

**УПРАВЛЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ И НАУКЕ АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДА СОЧИ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТР ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ГУМАНИТАРНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ Г. СОЧИ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ФИЗИКЕ

**для обучающихся по дополнительной общеобразовательной
программе «Физика в самостоятельных исследованиях»
1 год обучения**

**СОЧИ
2018 г**

Методическое пособие составлено педагогом дополнительного образования МБУ ДО Центр творческого развития и гуманитарного образования г. Сочи Гусевой О.В.

Рецензент: Иванов И.А.,

доктор педагогических наук,
декан социально-педагогического факультета
Сочинского государственного университета

Данное пособие предназначено для учащихся общеобразовательных школ, учреждений дополнительного образования, а также для учителей и педагогов. Методические материалы помогут при подготовке к предметным олимпиадам и интеллектуальным конкурсам.

Предисловие

Овладеть курсом физики – это значит не только понять физические явления и закономерности, но и научиться применять их на практике. При изучении физики бесполезно зубрить определения, законы и формулы. Нужно хорошо знать и глубоко понимать суть изучаемой проблемы. Средством контроля понимания теоретических знаний служат физические задачи. Еще Ньютон писал, что примеры при обучении полезней правил. Умение решать задачи делает знания действенными, практически применимыми. А самый эффективный способ научиться решать задачи – это просто их решать!

При решении физических задач всегда пользуются определенной стратегией. Любопытно, что, освоив такую стратегию, люди начинают применять эту стратегию при решении многих жизненных проблем. Именно в этом и состоит воспитательный момент изучения физики: человек, усваивая физические формулы и законы, постигает научный метод решения возникающих перед ним в повседневной жизни проблем. Задачи развивают навык в использовании общих законов материального мира для решения конкретных вопросов, имеющих практическое и познавательное значение. Умение решать задачи является лучшим критерием оценки глубины изучения программного материала и его усвоения.

Данное методическое пособие составлено с целью помочь школьникам обрести навыки решения задач, используя физические законы. Пособие соответствует разделам дополнительной общеобразовательной программы «Физика в самостоятельных исследованиях», реализуемой на базе МБУ ДО ЦТРИГО г. Сочи, и служит основой для организации обучения, мотивированных на углубленное изучение физики школьников. Программа рассчитана на 3 года обучения и пособие состоит из трех относительно самостоятельных частей, каждая из которых включает краткое изложение теоретических вопросов в виде схем и таблиц, соответствующих определенному году обучения по программе. Теоретический материал, представленный в виде схем и таблиц, легче запоминается, представляя собой опорный конспект. В каждом разделе пособия после изложения определенной порции теоретического материала рассматривается решение типовых задач, как качественных, так и расчетных. Последовательно представлены как относительно простые задачи, предназначенные для первоначального ознакомления с методикой решения, так и сложные олимпиадные задачи, решение которых требует свободного владения физическими законами.

В основу каждой физической задачи положено то или иное частное проявление одного или нескольких фундаментальных законов природы и их следствий. Поэтому, прежде чем приступить к решению задач какого-либо раздела курса, следует тщательно проработать теорию вопроса и внимательно разобрать иллюстрирующие ее примеры. Без твердого знания теории нельзя рассчитывать на успешное решение и анализ даже сравнительно простых задач, не говоря уже о более сложных.

Данное пособие является полезным дополнением к существующим учебникам по физике для учащихся 9 классов и старше, предназначено для школьников, углубленно изучающих предмет, содержит большое количество задач для самостоятельного решения и может быть использовано при подготовке к олимпиадам. Пособие разработано в соответствии с программами олимпиад школьников, предназначено для использования в дополнительном образовании, ориентировано на организацию самостоятельной индивидуальной работы обучающихся.

МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА. СИСТЕМА ОТСЧЕТА

Основная задача механики

определение положения (координаты) тела в пространстве относительно других тел в любой момент времени

Механическое движение

изменение положения (координаты) тела в пространстве относительно других тел, происходящее с течением времени

Материальная точка

тело, размерами которого в условиях рассматриваемой задачи можно пренебречь

Поступательное движение

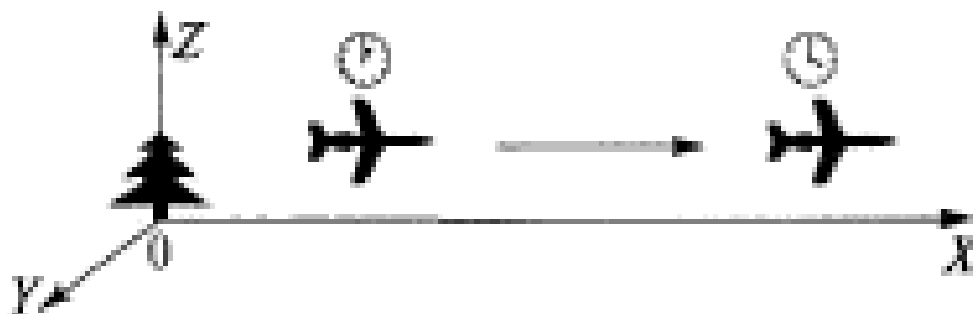
движение, при котором все точки тела в любой момент времени движутся одинаково



Тело отсчета — т.о.

тело, относительно которого рассматривается изменение положения других тел в пространстве

Система отсчета — с.о. = с.к. + т.о. + часы



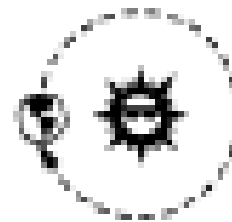
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТЫ ТЕЛА

Траектория движения - линия, вдоль которой движется тело

молекула газа



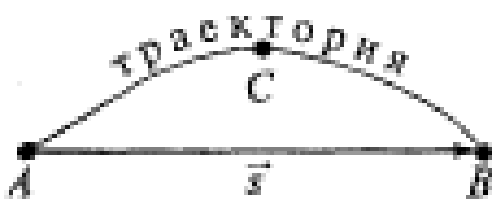
Земля вокруг Солнца



пройденный путь (s) СИ: 1 м {метр}
 длина траектории, по которой движется тело
 в течение некоторого промежутка времени

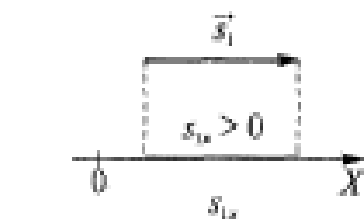
Перемещение тела

вектор, соединяющий начальное положение
 тела с его последующим положением

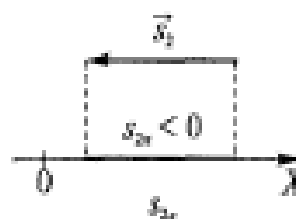


ACB — пройденный путь
 (скаляр - только величина)
 s — перемещение
 (вектор — величина и направление)

Проекции вектора на координатные оси



проекция вектора \vec{s}_1 на ось X



проекция вектора \vec{s}_2 на ось X



Уравнение координат

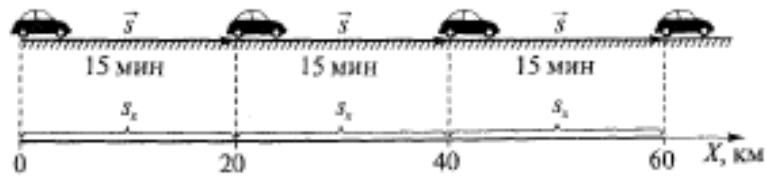
$$x = x_0 + S_x$$

x_0 — начальная координата тела

x — конечная координата тела

РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

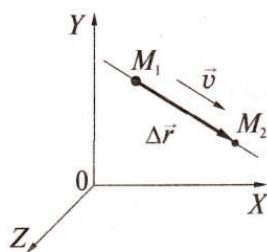
Равномерное прямолинейное движение — движение, при котором материальная точка за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.



Скорость (v)

при прямолинейном равномерном движении показывает, какое перемещение совершает тело в единицу времени (характеризует быстроту движения)

① Скорость равномерного прямолинейного движения



$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \vec{v} - \text{вектор } (\vec{v} \uparrow \Delta \vec{r}) \quad \text{СИ: } [v] = [1 \text{ м/с}]$$

$$\vec{v} = \text{const}$$

\vec{v} — скорость равномерного прямолинейного движения материальной точки
 $\Delta \vec{r}$ — перемещение материальной точки
 Δt — промежуток времени, в течение которого это перемещение произошло

$$v = \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \quad v - \text{модуль скорости (расстояние, пройденное точкой за единицу времени)}$$

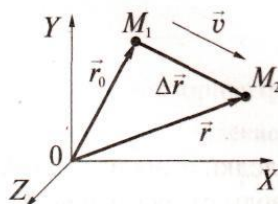
$$|\Delta \vec{r}| - \text{модуль перемещения}$$

② Уравнение равномерного прямолинейного движения точки

векторная форма

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t$$

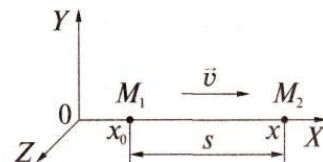
\vec{r}_0 — радиус-вектор; задает положение точки в начальный момент времени



координатная форма

$$x = x_0 + v_x t$$

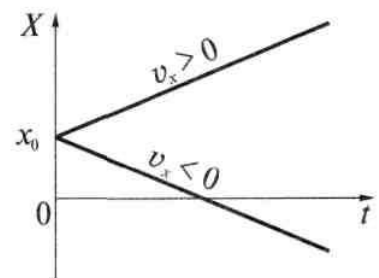
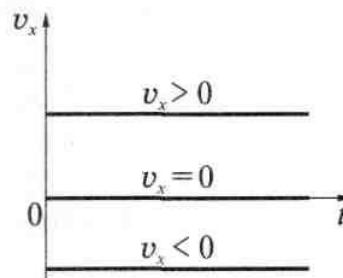
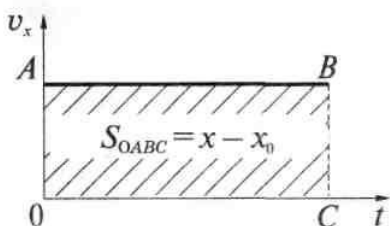
x — координата точки в любой момент времени
 x_0 — начальная координата точки
 v_x — проекция скорости точки на ось OX



$$s = |x - x_0| = |v_x|t = vt$$

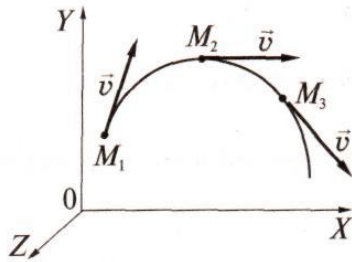
s — путь, пройденный точкой

③ Графическое представление равномерного прямолинейного движения точки



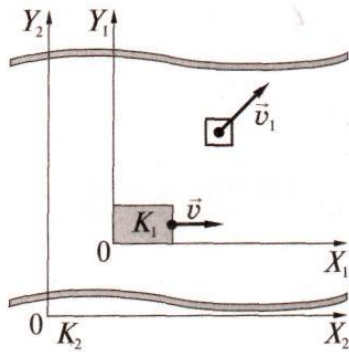
НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

① **Мгновенная скорость точки** — скорость точки в данный момент времени.



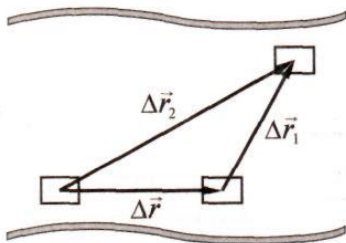
$\vec{v}_{\text{мгн}}$ ↑↑ касательной к траектории

② **Сложение скоростей**



K_1 — СО, связанная с движущейся водой
 K_2 — СО, связанная с берегом
 \vec{v}_1 — скорость лодки относительно K_1
 \vec{v} — скорость течения реки относительно K_2
 \vec{v}_2 — скорость лодки относительно K_2

③ **Сложение перемещений**



$$\Delta \vec{r}_2 = \Delta \vec{r}_1 + \Delta \vec{r}$$

$\Delta \vec{r}_1$ — перемещение лодки относительно K_1
 $\Delta \vec{r}$ — перемещение воды относительно K_2
 $\Delta \vec{r}_2$ — перемещение лодки относительно K_2

$$\frac{\Delta \vec{r}_2}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}_1}{\Delta t} + \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

④ **Закон сложения скоростей**

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v}$$

векторная форма

$$\begin{aligned} v_{2x} &= v_{1x} + v_x \\ v_{2y} &= v_{1y} + v_y \end{aligned}$$

координатная форма

Средняя скорость (средний вектор скорости) тела за время Δt - $v_{cp} = \frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t}$

Средняя путевая скорость тела -

$$v_{cp} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

$S_1 + S_2 + \dots + S_n$ - весь пройденный путь
 $t_1 + t_2 + \dots + t_n$ - все время движения

ДВИЖЕНИЕ С ПОСТОЯННЫМ УСКОРЕНИЕМ

- ① **Ускорение** – изменение скорости в единицу времени:

$v = 6 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 6 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 6 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 6 \text{ м/с}$ – *равномерное движение* (р/м)

$v = 0 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 2 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 4 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 6 \text{ м/с}$ – *равноускоренное движение* (р/у)

$v = 6 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 4 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 2 \text{ м/с} \xrightarrow{1 \text{ с}} 0 \text{ м/с}$ – *равнозамедленное движение* (р/з)

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

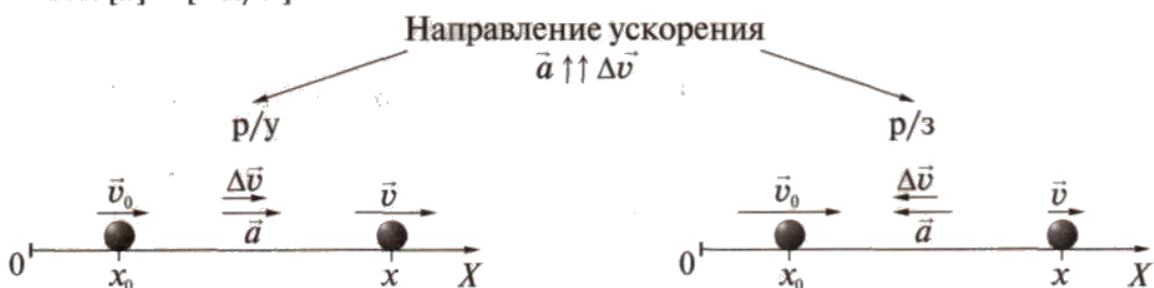
СИ: $[a] = [1 \text{ м/с}^2]$

a – ускорение

v_0 – начальная скорость

v – конечная скорость

$\Delta v = v - v_0$ – изменение скорости за время Δt



- ② **Уравнение скорости** при движении с $a = \text{const}$

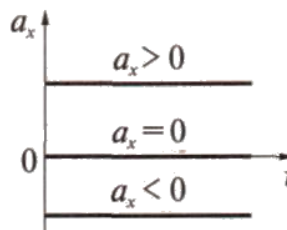
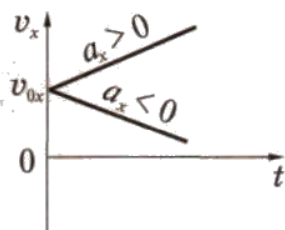
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

векторная форма

$$\begin{aligned} v_x &= v_{0x} + a_x t \\ v_y &= v_{0y} + a_y t \end{aligned}$$

координатная форма

- ③ **Графическое представление движения**



- ④ **Кинематические уравнения движения**

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

векторная форма

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \\ y &= y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \end{aligned}$$

координатная форма

ДВИЖЕНИЕ С ПОСТОЯННЫМ УСКОРЕНИЕМ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ

- ① **Свободное падение** — движение тела только под влиянием притяжения к Земле.
(Г. Галилей — итал. XVI в.)



\vec{g} — ускорение свободного падения
зависит от

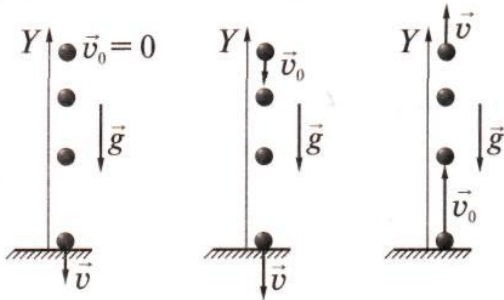
географической широты места:

на полюсе $g \approx 9,83 \text{ м/с}^2$
на экваторе $g \approx 9,78 \text{ м/с}^2$

расстояния до центра Земли:

на $h = 100 \text{ км}$ над полюсом Земли $g \approx 9,53 \text{ м/с}^2$

- ② **Движение тела, брошенного вертикально**



Уравнение скорости

$$v_y = v_{0y} + gt$$

Уравнение движения

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{gt^2}{2}$$

- ③ **Движение тела, брошенного под углом к горизонту**

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \\ y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} \end{cases}$$

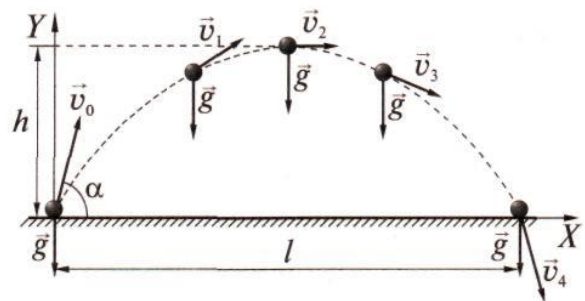
$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha, v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$a_x = 0, a_y = -g$$

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

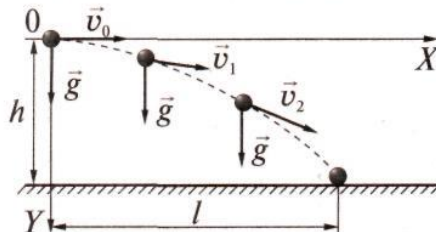
$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \rightarrow y = x \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

Обозначим $\operatorname{tg} \alpha = c; -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = b \rightarrow y = bx^2 + cx \rightarrow$ парабола



Тело, брошенное под углом к горизонту,
движется по параболе!

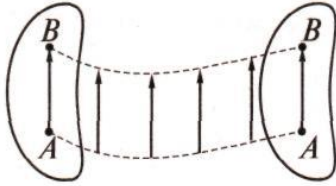
- ④ **Движение тела, брошенного горизонтально**



$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

КИНЕМАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

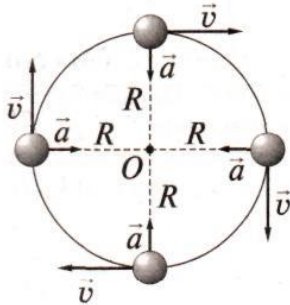
- ① **Поступательное движение твердого тела** – движение, при котором любая прямая, проведенная в этом теле, перемещается параллельно самой себе.



- Все точки тела:
- совершают **одинаковые перемещения**
 - описывают **одинаковые траектории**
 - проходят **одинаковые пути**
 - имеют в каждый момент времени **равные \vec{v} и \vec{a}**

- ② **Вращательное движение твердого тела**

Равномерное движение по окружности ($v = \text{const}$)

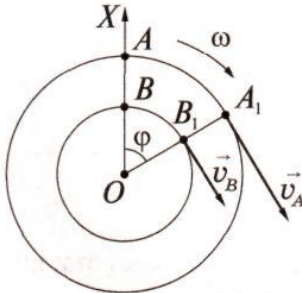


$\vec{v} \uparrow \uparrow$ касательной к траектории

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$\vec{a} \uparrow \uparrow R$ a – **центростремительное ускорение**
 $\vec{a} \perp \vec{v}$ R – радиус окружности

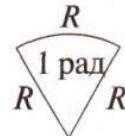
- ③ **Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси**



$\omega = \frac{\varphi}{\Delta t}$ – **угловая скорость**, $[\omega] = [\text{рад/с}]$

φ – угол поворота тела

Δt – промежуток времени, за который произошел поворот
радиан – центральный угол, длина дуги которого равна R



$$\nu = \frac{n}{t}$$

ν – **частота вращения** (число полных оборотов за 1 с)
 n – число полных оборотов за время t
 $[\nu] = [1 \text{ Гц}] = [1 \text{ с}^{-1}]$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

T – **период вращения** (время одного полного оборота)
 $[T] = [1 \text{ с}]$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$$

$$v = \omega R$$

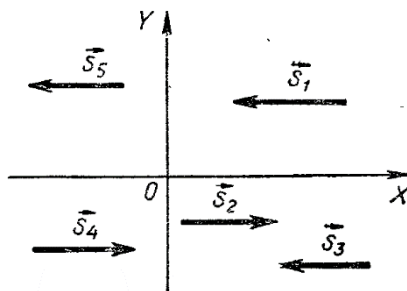
$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

1. Кинематика.

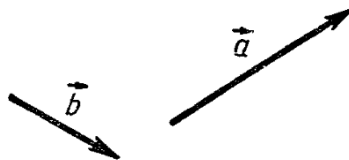
1.1 Азбука кинематики.

Понятие о векторах. Действия над векторами.

1. Пользуясь прямоугольной системой координат, изобразите вектор перемещения, направленный под углом 45° на северо-восток от точки, расположенной в 1 км к востоку и в 2 км к северу от развилки дорог; модуль вектора перемещения равен 25 км. Найдите координаты конца вектора.
2. Тело переместилось из точки с координатами $X_0=1$ м и $Y_0=4$ м в точку с координатами $X=5$ м и $Y=1$ м. Найдите вектор перемещения тела и его проекции на оси координат.
3. Определите знаки проекций на ось X векторов перемещения, изображенных на рисунке.



4. Даны два вектора a и b (см.рис.). Найдите сумму этих векторов, пользуясь правилом параллелограмма. Найдите разность $a - b$ векторов, изображенных на рисунке. Найдите также разность $b - a$. При помощи линейки с делениями постройте векторы $2,5 a$; $-3 b$; $-0,5 a$.



5. Даны два вектора: a , направленный вдоль оси X и по модулю равный 8 единицам длины, и вектор b , направленный вдоль оси Y и по модулю равный 6 единицам длины. Найдите сумму этих векторов (модуль и направление результирующего вектора). Найдите также разности векторов: $a - b$ и $b - a$.
6. Изобразите схематически траекторию движения точек винта самолета относительно летчика. Изобразите схематически траекторию движения точек винта самолета относительно земли.
7. Нарисуйте примерный вид траектории движения точки обода колеса относительно центра колеса. Нарисуйте примерный вид траектории движения точки обода колеса относительно дороги при движении велосипедиста.
8. Из центра горизонтально расположенного вращающегося диска по его поверхности вдоль радиуса пущен шарик. Каковы траектории шарика относительно земли и диска?
9. Изобразите траекторию движения, при котором путь превышает модуль перемещения в $\frac{\pi}{2}$ раз.
10. Как должен подпрыгнуть наездник, скачущий на лошади по прямой с постоянной скоростью, чтобы, проскочив сквозь обруч, снова встать на лошадь? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
11. При каком условии путь равен модулю перемещения? Может ли модуль

перемещения быть больше пройденного пути?

12. Материальная точка двигалась по окружности радиусом 2 м. Определите путь и модуль перемещения через $1/4$, $1/2$ части оборота и полный оборот.

13. Мальчик вышел из дому и прошел по прямым улицам сначала 2 квартала в направлении на восток, а затем 2 квартала — на север. Определите путь и модуль перемещения, если длина квартала 150 м.

14. Мотоциклист движется равномерно по круговой трассе радиусом 2 км, затрачивая на каждый круг 5 мин. Найдите путь и модуль перемещения за 2,5 мин; 5 мин; 10 мин.

15. Дорожка имеет форму прямоугольника, меньшая сторона которого равна 21 м, а большая — 28 м. Человек, начиная двигаться равномерно из точки А, обходит всю дорожку за 1 мин. Определите путь и модуль перемещения человека за 1 мин и за 0,5 мин.

16. Автомобиль, двигаясь прямолинейно, проехал путь 10 м, затем, сделав поворот, описал четверть окружности радиусом 10 м, и проехал далее по перпендикулярной улице еще 10 м. Определите пройденный им путь и модуль перемещения.

17. Моторная лодка прошла по озеру в направлении на северо-восток 2 км, а затем в северном направлении еще 1 км. Найдите геометрическим построением модуль и направление перемещения.

18. Турист вышел из поселка А в поселок В. Сначала он прошел 3 км на север, затем повернул на запад и прошел еще 3 км, а последний километр он двигался по проселочной дороге, идущей на север. Какой путь проделал турист и каково его перемещение? Начертите траекторию движения.

19. Туристы прошли сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и еще 300 м на север. Найдите геометрическим построением модуль перемещения и направление перемещения.

20. Теплоход, двигаясь по реке, прошел на восток 30 км, затем свернул на северо-восток и прошел еще 20 км, последние 20 км он двигался строго на север. Какой путь проделал теплоход и каково его перемещение? Начертите траекторию движения.

21. Катер прошел из пункта А по озеру расстояние 5 км, затем повернул под углом 30° к направлению своего движения. После этого он двигался до тех пор, пока направление на пункт А не стало составлять угол 90° с направлением его движения. Каково перемещение катера? Какое расстояние до пункта А ему еще предстоит пройти?

22. Горная тропа проходит в северном направлении 3 км, затем сворачивает на юго-восток и тянется еще 4 км, затем делает поворот на северо-восток и тянется еще 4 км. Последние 11 км она направлена строго на юг. Определите путь, который прошел по ней турист, и его перемещение. На какое расстояние сместился турист в восточном и южном направлениях? Начертите траекторию движения.

23. Группа туристов, двигаясь с постоянной по абсолютной величине скоростью 5 км/ч, сначала в течение 1 ч идет на север, затем в течение 0,5 ч идет на восток (под углом 90° к направлению на север) и, наконец, в течение 1ч 30 мин на юг (под углом 180°). Где окажется группа после прохождения этих трех участков? Сколько времени ей потребуется на возвращение в исходную точку по прямой?

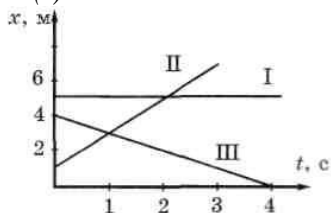
24. Мальчику разрешили погулять по лесу сорок пять минут. В течение 20 минут он шёл с постоянной скоростью на север, затем в течении 15 минут он с той же скоростью шёл на запад. Вспомнив о времени прогулки, он поторопился вернуться назад и побежал по кратчайшему пути со скоростью в два раза большей, чем шёл до этого. Успеет ли мальчик вернуться к намеченному сроку? Ответ обосновать.

1.2 Прямолинейное равномерное движение.

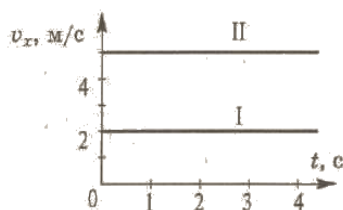
25. По озеру буксир тянет баржу со скоростью 9 км/ч. Длина буксира с баржей 110 м. За какое время буксир с баржей пройдет мимо теплохода, стоящего у пристани, если длина теплохода 50 м?
26. Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 10 + 2t$ и $x_2 = 4 + 5t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи.
27. Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 4 - 2t$ и $x_2 = 2 + 2t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи.
28. Координаты материальной точки, движущейся в плоскости XOY , изменяются согласно формулам: $x = -4t$, $y = 6 + 2t$. Запишите уравнение траектории $y = y(x)$. Найдите начальные координаты движущейся точки и ее координаты через 1 с после начала движения.
29. Движение материальной точки в плоскости XOY описывается уравнениями: $x = 2t$, $y = 4 - 2t$. Найдите начальные координаты движущейся точки. Постройте траекторию движения.
30. Даны кинематические уравнения движения двух материальных точек: $x_1 = 20 - t$, м и $x_2 = 5 + 2t$, м. Определите координату места встречи x .
31. Радиолокатор ГИБДД засек координаты машины $x_1 = 60$ м и $y_1 = 100$ м. Через 2 с координаты машины изменились: $x_2 = 100$ м и $y_2 = 80$ м. Превысил ли водитель автомашины допустимую скорость 60 км/ч?
32. Через 4 с после второго измерения координат автомашины (см. задачу 30) по радиации была закончена передача команды на задержание водителя инспектору ГИБДД, координаты которого $x_3 = 220$ м и $y_3 = 20$ м. Успеет ли инспектор, стоящий у дороги, остановить машину при подъезде, или ему придется ее догонять.
33. Из одного города в другой вышел пешеход. Когда он прошел 27 км, вслед за ним выехал автомобиль со скоростью в 10 раз больше, чем у пешехода. Второго города они достигли одновременно. Чему равно в километрах расстояние между городами?
34. Из города выезжает со скоростью 18 м/с автомашина. Спустя 20 мин вслед за ней выезжает вторая автомашина. С какой скоростью двигалась вторая машина, если она догнала первую спустя час после начала движения?
35. При движении вдоль оси OX координата точки изменилась за 8 с от значения $x_1 = 9$ м до значения $x_2 = 17$ м. Найдите модуль скорости точки и проекцию вектора скорости на ось OX . Запишите формулу $x(t)$. Скорость считать постоянной.
36. При движении вдоль оси OX координата точки изменилась за 5 с от значения $x_1 = 10$ м до значения $x_2 = -10$ м. Найдите модуль скорости точки и проекцию вектора скорости на ось OX . Запишите формулу $x(t)$. Скорость считать постоянной.
37. Велосипедист проехал $\frac{3}{4}$ расстояния от поселка А до поселка Б за один час. С какой скоростью он двигался, если увеличив скорость до 25 км/ч, он за следующий час добрался до поселка Б и вернулся в поселок А?
38. Из Москвы в Серпухов с интервалом времени в 10 минут вышли два электропоезда со скоростями 30 км/ч каждый. С какой скоростью двигался поезд, идущий в Москву, если электропоезда прошли мимо него с интервалом в 4 минуты?

1.3 Графики прямолинейного равномерного движения.

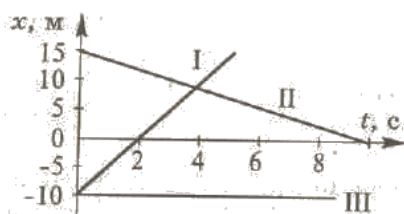
39. Опишите движения, графики которых приведены на рисунке. Запишите для каждого движения уравнение зависимости $x(t)$.



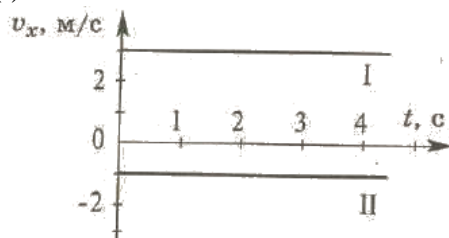
40. По графикам проекции скорости запишите уравнения движения и постройте графики зависимости $x(t)$ и $l(t)$



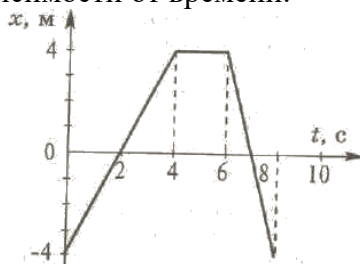
41. Опишите движения, графики которых приведены на рисунке. Запишите для каждого движения уравнение зависимости $x(t)$.



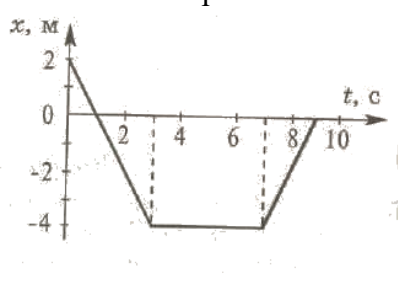
42. По графикам проекции скорости запишите уравнения движения и постройте графики зависимости $x(t)$ и $l(t)$.



43. На рисунке изображен график зависимости координаты материальной точки от времени. Опишите характерные особенности движения: в каких направлениях двигалась точка относительно оси Ox в различные интервалы времени. Построить графики проекции скорости и пути в зависимости от времени.



44. На рисунке изображен график зависимости координаты материальной точки от времени. Опишите характерные особенности движения: в каких направлениях двигалась точка относительно оси OX в различные интервалы времени. Построить графики проекции скорости и пути в зависимости от времени.



1.4 Относительность движения. Сложение перемещений и скоростей, переход в другие системы отсчета.

45. Два автомобиля движутся навстречу друг другу со скоростями 90 км/ч и 60 км/ч относительно земли. Определите модуль скорости первого автомобиля относительно второго.

46. Скорость первого автомобиля относительно второго 110 км/ч. Определите скорость второго автомобиля относительно земли, если скорость первого относительно земли — 70 км/ч. Автомобили движутся навстречу друг другу.

47. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, который идет со скоростью 54 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого 36 км/ч, длина поезда 250 м.

48. Скорость течения реки 2 км/ч. Моторная лодка идет против течения со скоростью 15 км/ч (относительно берега). С какой скоростью она будет двигаться по течению (относительно берега и относительно воды)?

49. От пристани A до пристани B моторная лодка шла 6 ч, а обратно — 3 ч. Скорость лодки относительно воды оставалась все время одной и той же. За какое время проплывает эта лодка от B до A с выключенным мотором?

50. Эскалатор поднимает стоящего человека за 1 минуту. Если человек поднимается по неподвижному эскалатору, то на это уходит 3 минуты. Сколько времени понадобится на подъем, если человек будет идти по движущемуся эскалатору?

51. От пристани A одновременно отчаливают плот и катер. Катер доплывает до пристани B и, сразу же повернув обратно, возвращается в A . Какую часть пути от A до B проплывет за это время плот, если скорость катера относительно воды в 4 раза больше скорости течения?

52. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии 100 км один от другого, курсирует катер, который, двигаясь по течению, проходит это расстояние за 4 часа, а против течения — за 10 ч. Каковы скорость течения реки и скорость катера относительно воды?

53. Из города A выехали с одинаковыми скоростями два автомобиля, второй через 12 мин после первого. Они поочередно, с интервалом в 14 мин, обогнали одного и того же велосипедиста. Во сколько раз скорость автомобилей больше скорости велосипедиста?

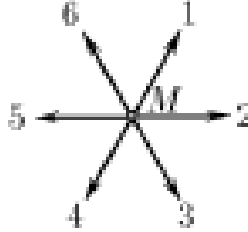
54. Мимо пристани проплывает плот. В этот момент в поселок, находящийся на расстоянии 15 км от пристани, вниз по реке отправляется катер. Он доплыл до поселка за 45 мин и, повернув обратно, встретил плот на расстоянии 9 км от поселка. Каковы скорость течения реки и скорость катера относительно воды?

55. Два тела движутся навстречу друг другу так, что за каждые 10 с расстояние между ними уменьшается на 16 м. Если эти тела будут двигаться в одном направлении с

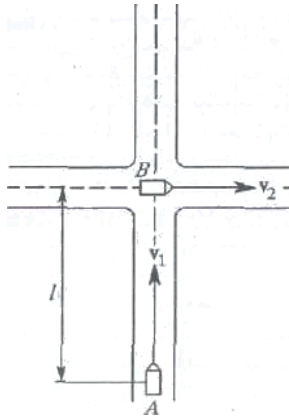
- прежними по величине скоростями, то за 5 с расстояние между ними увеличится на 3 м. С какой скоростью движется каждое из этих тел?
- 56.** Скорость катера относительно воды 7 м/с, скорость течения реки 3 м/с. Когда катер двигался против течения, с него сбросили в воду мяч. Затем катер прошел против течения 4,2 км, повернул обратно и догнал мяч. Сколько времени двигался катер от момента сбрасывания мяча до встречи с ним?
- 57.** Спортсмены бегут колонной длиной l со скоростью v . Навстречу бежит тренер со скоростью $u < v$. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать назад с той же по модулю скоростью v . Какова будет длина колонны, когда все спортсмены развернутся?
- 58.** Одинаковое ли время потребует для проезда расстояния $S = 1$ км на катере туда и обратно по реке (скорость течения $u = 2$ км/ч) и по озеру (в стоячей воде), если скорость катера относительно воды в обоих случаях $v = 8$ км/ч?
- 59.** В безветренную погоду вертолет двигался со скоростью 24 м/с, точно на север. Внезапно подул северо-западный ветер под углом 45° к меридиану. Скорость ветра 8 м/с. Чему стала равна скорость вертолета относительно земли? Под каким углом к меридиану стал двигаться вертолет?
- 60.** Человек опускается на парашюте с высоты 200 м с постоянной скоростью 4 м/с. Ветер сносит его в горизонтальном направлении со скоростью 3 м/с. Определить путь, пройденный парашютистом за время спуска.
- 61.** Скорость течения реки с параллельными берегами всюду одинакова и равна v_1 . Ширина реки l катер может плыть со скоростью v_2 относительно воды. На какое расстояние S снесет катер вниз по течению реки, если при переправе нос катера направить строго поперек берега?
- 62.** В условиях предыдущей задачи как нужно направить нос катера, чтобы катер не снесло течением. Сколько времени займет переправа?
- 63.** Пловец переплывает реку шириной 100 м со скоростью 0,5 м/с относительно воды. Скорость пловца направлена под углом 30° к течению. За какое время пловец достигнет противоположного берега?
- 64.** С какой скоростью должен лететь вертолет, чтобы за время $t = 3$ ч пролететь точно на восток расстояние $L = 270$ км, если во время полета дует северо-западный ветер со скоростью $v = 36$ км/ч?
- 65.** Корабль движется на восток со скоростью $u = 20$ м/с. Пассажиру вертолета, пролетающего над кораблем, кажется, что корабль движется на север со скоростью $v = 20$ м/с. Какова скорость вертолета относительно земли?
- 66.** Два автомобиля движутся по взаимно перпендикулярным дорогам. Скорость первого относительно дороги по модулю равна v , а модуль скорости второго относительно первого равен $\sqrt{2}v$. Чему равен в этом случае модуль скорости второго автомобиля относительно дороги.
- 67.** Шарик летит со скоростью $3v$ навстречу стенке, движущейся со скоростью $2v$. С какой скоростью отскочит шарик от стенки?
- 68.** Стальной шарик, движущийся горизонтально со скоростью $v = 12$ м/с упруго ударяется о массивную стальную вертикальную стенку, движущуюся в ту же сторону со скоростью $u = 3$ м/с. Определите скорость шарика после отскока. Ответ дать в м/с.
- 69.** С какой наибольшей скоростью может идти человек под дождем, чтобы капли дождя не падали на ноги, если он держит зонт на высоте $h = 2$ м и край зонта выступает вперед на $a = 0,5$ м? Ветра нет, скорость капель $V = 8$ м/с. Ответ дать в м/с.
- 70.** Начальные положения и скорости двух кораблей заданы на рисунке. Корабли движутся без ускорения. Как найти наименьшее расстояние между ними?



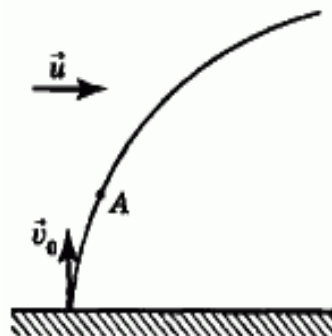
71. На рисунке скорости шести выпущенных старым Мазаем зайцев изображены в системе координат, неподвижной относительно Мазая. Попробуйте нарисовать скорости Мазая и остальных зайцев в системе координат, неподвижной относительно зайца 1.



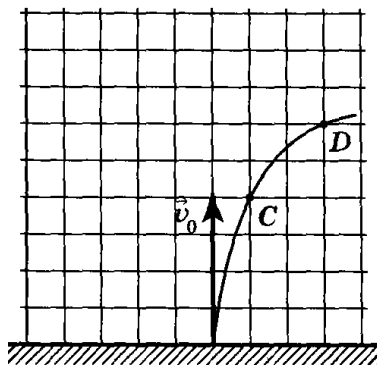
72. Две автомобильные дороги пересекаются под прямым углом (см рис.). Движущийся по одной из них со скоростью v_1 автомобиль А находится на расстоянии l от перекрестка в тот момент, когда его пересекает автомобиль В, движущийся со скоростью v_2 по другой дороге. В какой момент времени расстояние между автомобилями по прямой будет минимальным? Чему оно равно? Где в этот момент находятся автомобили?



73. Деревянный плот оттолкнули от берега реки так, что в начальный момент его скорость была равной v_0 и направлена перпендикулярно берегу. Траектория плота показана на рисунке. Крестиком на траектории отмечено место, в котором плот находится через время T после начала движения. Считая скорость реки постоянной и равной u_0 , найдите графически точки траектории, в которых плот находился в моменты времени $2T$, $3T$, $4T$.



74. На рисунке показана траектория движения лодки, которую оттолкнули от берега реки так, что в начальный момент ее скорость равна $v_0 = 1$ м/с была направлена перпендикулярно берегу. В точке С траектории лодка была через 1 с, а в точке D - через 2 с. Определите скорость течения реки u .



1.5 Простейшие случаи неравномерного движения. Средняя скорость.

75. Путешественник поднимался в гору со скоростью 3 км/ч, а затем спускался обратно со скоростью 6 км/ч. Какова средняя скорость путешественника на всем пути?

76. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 50 км/ч, а вторую - со скоростью 80 км/ч. Определить среднюю скорость его движения.

77. Треть пути человек ехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч, а остаток пути шел со скоростью 5 км/ч. Какова его средняя скорость на всем пути?

78. Две трети пути турист шел со скоростью 6 км/ч, а оставшийся путь ехал на велосипеде со скоростью 12 км/ч. Какова средняя скорость туриста на всем пути?

79. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью 12 км/ч, а вторую половину пути - со скоростью v_2 . Какова эта скорость, если известно, что средняя скорость его движения на всем пути равна 8 км/ч?

80. На первой половине пути автобус двигался со скоростью в 8 раз большей, чем на второй. Средняя скорость автобуса на всем пути 16 км/ч. Определите скорость автобуса на каждом участке пути.

81. Автомобиль двигался первую половину времени со скоростью 60 км/ч, а вторую - со скоростью 40 км/ч. Определите среднюю скорость движения автомобиля на всем пути.

82. Из города в поселок автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч, а обратно - со скоростью 10 м/с. Какова была средняя скорость и средняя путевая скорость автомобиля за все время движения?

83. Самолет летит из пункта A в пункт B и возвращается назад в пункт A . Скорость самолета в безветренную погоду равна v . Найти отношение средних скоростей всего перелета для случаев, когда во время полета ветер дует: а) вдоль линии AB ; б) перпендикулярно линии AB . Скорость ветра равна u .

84. Автомобиль проехал половину пути со скоростью 60 км/ч; половину оставшегося времени он ехал со скоростью 15 км/ч, а последний участок - со скоростью 45 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля на всем пути?

85. Турист ехал 2 ч на велосипеде, а потом 6 ч шел пешком. Во сколько раз его средняя скорость на всем пути больше скорости ходьбы, если ехал он вдвое быстрее, чем шел?

86. Турист первую треть всего времени движения шел по грунтовой дороге со скоростью $V_1=2$ км/ч, затем треть всего пути перемещался по шоссе со скоростью V_2 . В конце второго участка пути он встретил грузовик, на котором и вернулся в исходную точку по той же дороге. Известно, что на грузовике он ехал с постоянной скоростью V_3 .

Вычислите среднюю путевую скорость V_0 туриста. Укажите минимальное возможное значение скорости V_2 .

87. Первую половину пути Баба-Яга летела со скоростью 20 км/ч. Затем погода испортилась, и половину всего времени движения Яга пролетела со скоростью 10 км/ч. В довершение бед у неё сломалась метла, и пришлось оставшееся время идти пешком со скоростью 5 км/ч. Найти среднюю скорость бабушки.

88. Поездка. Из Серпухова в Чехов экспериментатор Глюк ехал на «Волге» с постоянной скоростью $v_1 = 80$ км/час. На обратном пути трасса была загружена, и он ехал столько же времени, сколько затратил на путь от Серпухова до Чехова, со скоростью $v_2 = 30$ км/час. Оставшийся участок пути оказался свободным, и Глюк мчался со скоростью $v_3 = 100$ км/час. Определите среднюю скорость автомобиля на всём пути от Серпухова до Чехова и обратно.

89. Красная Шапочка и Серый Волк. Однажды Красная Шапочка решила навестить бабушку. Путь ей предстоял неблизкий. Сначала она треть пути неспешно шла по дорожке со скоростью v . Затем, проголодавшись, села на пенёк и съела несколько пирожков. Потратив на еду много времени, девочка загрустила, так как уже начало темнеть. Но тут из леса выбежал Серый Волк. Он любезно согласился подвезти её на себе до бабушки со скоростью $3v$. В результате получилось, что на всё путешествие девочка потратила столько же времени, сколько потребовалось бы при движении с постоянной скоростью v . Сколько пирожков скушала Красная Шапочка во время отдыха на пенёке? На каждый пирожок она затрачивала одну девятую времени всего своего путешествия.

1.6 Прямолинейное равноускоренное движение.

90. Движение материальной точки задано уравнением $x = 5 - t + 2t^2$. Напишите уравнение, выражающим зависимость скорости этой точки от времени.

91. С каким ускорением движется тело, если за шестую секунду своего движения оно прошло путь, равный 11 м? Начальная скорость равна нулю.

92. Велосипедист движется под уклон с ускорением $0,1$ м/с². Какая скорость будет через 30 с, если его начальная скорость 5 м/с.

93. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением $0,2$ м/с², увеличивает свою скорость с 54 км/ч до 72 км/ч?

94. Автобус, двигаясь с ускорением 1 м/с², остановился через 2 с после начала торможения. Определите скорость автобуса в начале торможения.

95. Каков модуль вектора ускорения автомобиля при торможении, если при скорости 108 км/ч время полного торможения 15 с?

96. Трогающийся с места автомобиль через 10 с приобретает скорость 20 м/с. С каким ускорением двигался автомобиль? Через какое время его скорость станет равной 108 км/ч, если он будет двигаться с тем же ускорением?

97. Отъезжая от остановки, автобус за 10 с развил скорость 10 м/с. Определите ускорение автобуса. Каким будет ускорение автобуса в системе отсчета, связанной с равномерно движущимся автомобилем, проезжающим мимо остановки автобуса со скоростью 15 м/с?

98. Электропоезд, отходящий от станции, в течение 0,5 мин двигался с ускорением $0,8$ м/с². Определите путь, который он прошел за это время, и скорость в конце этого пути.

99. Автомобиль, остановившись перед светофором, набирает затем скорость 54 км/ч на пути 50 м. С каким ускорением он должен двигаться? Сколько времени будет длиться разгон?

100. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с, ударяется в земляной вал и проникает в него на глубину 36 см. Сколько времени двигалась пуля внутри вала? С каким ускорением? Какова была ее скорость на глубине 18 см?

- 101.** Автомобиль, двигаясь равномерно, проходит за 5 с путь 25 м, после чего в течение следующих 10 с, двигаясь равноускоренно, проходит 150 м. С каким ускорением двигался автомобиль на втором участке?
- 102.** Автомобиль, трогаясь с места, движется равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 . Какой путь он пройдет за 3-ю и за 4-ю секунды?
- 103.** Автомобиль, движущийся со скоростью v , начинает тормозить и за время t его скорость уменьшается в 2 раза. Какой путь пройдет автомобиль за это время, если ускорение было постоянным?
- 104.** На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.
- 105.** При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за пятую секунду 90 см. Определите путь тела за седьмую секунду.
- 106.** Тело, имея начальную скорость 1 м/с, двигалось равноускоренно и приобрело, пройдя некоторое расстояние, скорость 7 м/с. Какова была скорость тела, когда оно прошло половину этого расстояния?
- 107.** Санки, скатывающиеся с горы с некоторой начальной скоростью, за три секунды проходят 2 м, а в последующие три секунды 4 м. Считая движение равноускоренным, найдите ускорение и начальную скорость санок.
- 108.** По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 с и через 2 с после начала движения. Определите начальную скорость и ускорение движения шарика. Ускорение считать постоянным.
- 109.** Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за 1 с, а второй — за 1,5 с. Длина вагона 12 м. Найти ускорение поезда и его скорость в начале наблюдения. Движение поезда считайте равноускоренным.
- 110.** За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом в равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?
- 111.** Два поезда прошли одинаковый путь за одно и то же время, однако один поезд, имея начальную скорость, равную нулю, прошел весь путь с ускорением 3 см/с^2 , а другой поезд половину пути шел со скоростью 18 км/ч, а другую половину пути со скоростью 54 км/ч. Найти путь, пройденный поездами.
- 112.** Наклонная плоскость длиной l разделена на три участка. Каковы длины этих участков, если скатывающийся по наклонной плоскости шарик проходит эти участки за одинаковое время?
- 113.** В момент, когда опоздавший пассажир вбежал на платформу, с ним поравнялось начало предпоследнего вагона, который прошел мимо него за время t_1 . Последний вагон прошел мимо пассажира за время t_2 . На сколько опоздал пассажир к отходу поезда? Поезд движется равноускоренно. Длина вагонов одинакова.
- 114.** Автомобиль в течение одной минуты движется с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, затем в течение двух минут - с постоянной скоростью, а затем в течение 30 с - равнозамедленно до полной остановки. Если начальная скорость автомобиля $u_0 = 0$, то его средняя скорость на всем пути равна... км/ч.
- 115.** Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 .
- 116.** Материальная точка движется вдоль оси Ox со скоростью, проекция которой на эту ось изменяется со временем по закону $v_x = 10 - 2t$. Здесь все величины выражены в единицах СИ. Средняя скорость на пути, пройденном материальной точкой за время от $t_1 = 0$ до $t_2 = 10$ с, равна ... м/с. (5 м/с)
- 117.** Автомобиль тормозит с постоянным ускорением от начальной скорости $V_0=16 \text{ м/с}$. Какова его скорость V после прохождения $3/4$ тормозного пути? Ответ выразить в м/с.

118. Тело, двигаясь без начальной скорости, прошло за первую секунду 1 м, за вторую 2 м, за третью 3 м, за четвертую 4 м и т.д. Может ли такое движение быть равноускоренным?

119. Локомотив находился на расстоянии $L = 400$ м перед светофором и имел скорость $V = 54$ км/ч, когда началось торможение. Определите расстояние от локомотива до светофора через 1 минуту после начала торможения, если он двигался с ускорением $a = 0,3$ м/с².

120. Длина шкалы спидометра $L=25$ см; он измеряет скорость автомобиля в пределах от нуля до $V=180$ км/ч. Найдите скорость указателя спидометра U , если автомобиль движется с ускорением $a=2$ м/с². Ответ дать в см/с.

121. Тело из состояния покоя начинает движение с постоянным ускорением. Определите отношение путей пройденных телом за 99-ю и 4-ю секунду движения. Ответ округлите до целых.

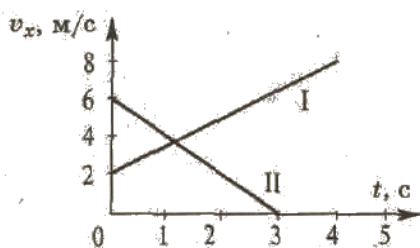
1.7. Графики прямолинейного равноускоренного движения.

122. Автобус движется в течение 20 с по прямой до остановки, проходя при этом расстояние 310 м. Его начальная скорость 15 м/с. Докажите, что ускорение автобуса меняется по направлению.

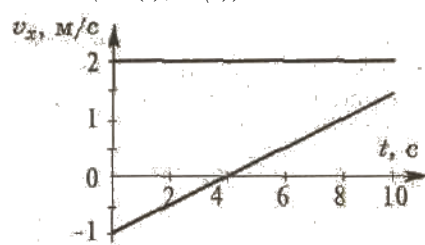
123. Зависимость скорости от времени движущегося тела задано формулой $v_x = 1 + 2t$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $v_x(t)$.

124. Уравнение движения тела $x = 2t + t^2$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $x(t)$ и $v_x(t)$.

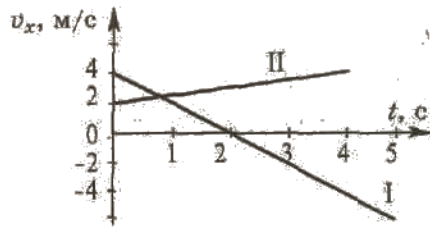
125. По графикам, изображенным на рисунке, записать уравнения зависимости проекции скорости и координаты от времени $v_x(t)$ и $x(t)$.



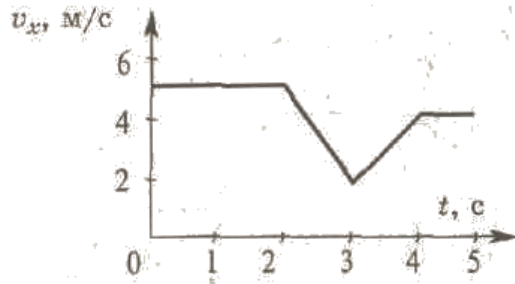
126. По графикам, изображенным на рисунке, записать уравнения зависимости проекции скорости и координаты от времени ($v_x(t)$, $x(t)$).



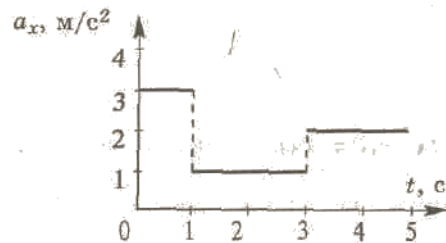
127. По графикам, изображенным на рисунке, записать уравнения зависимости проекции скорости и координаты от времени $v_x(t)$ и $x(t)$.



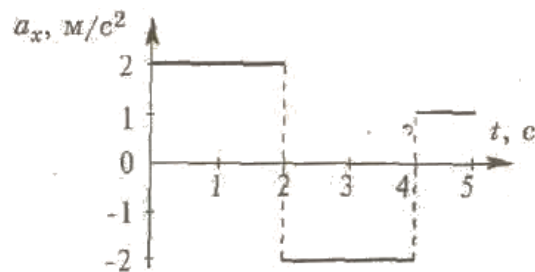
128. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения.



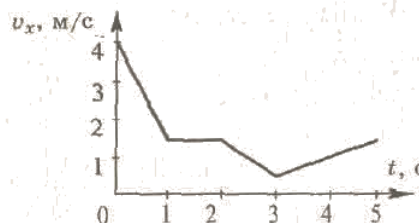
129. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости.



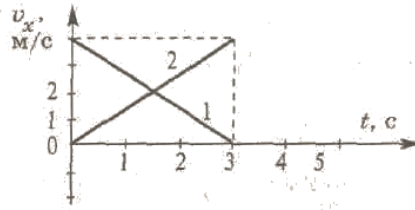
130. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости.



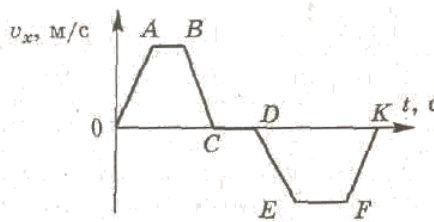
131. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения.



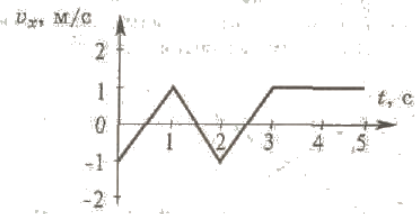
132. Графики каких движений представлены на рисунке? В чем сходны и чем различаются движения тел 1 и 2? Что можно сказать о путях, пройденных этими телами за время t от начала отсчета времени?



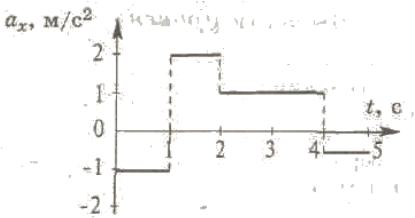
133. Как двигался мотоциклист, график проекции скорости движения которого изображен на рисунке? Начертите график ускорения и график пройденного пути, соответствующий данному графику.



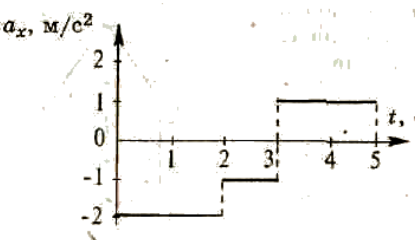
134. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения.



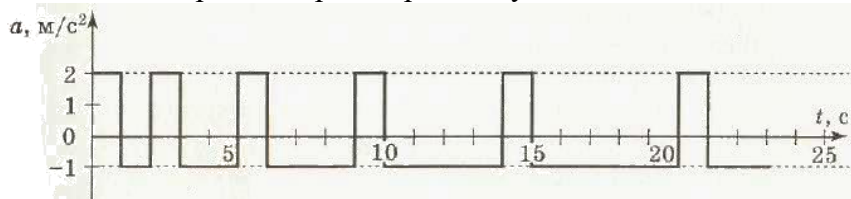
135. По данному графику проекции ускорения построить график для координаты и проекции скорости.



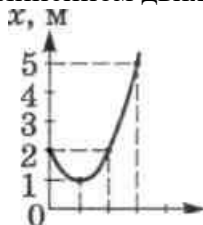
136. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости.



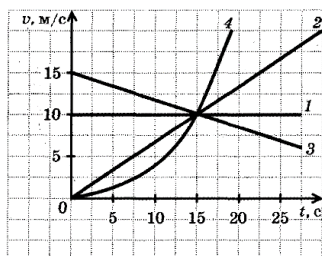
137. Космический корабль начинает двигаться прямолинейно с ускорением a , изменяющимся во времени так, как показано на графике (рис. 1.9). Через какое время корабль удалится от исходной точки в положительном направлении на максимальное расстояние? Начальная скорость корабля равна нулю.



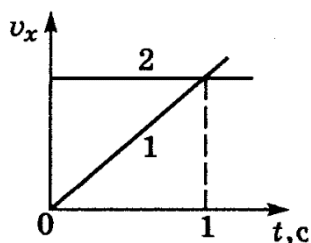
138. По данному графику вычислите разность между пройденным путем и модулем перемещения за 3 секунды при прямолинейном движении тела?



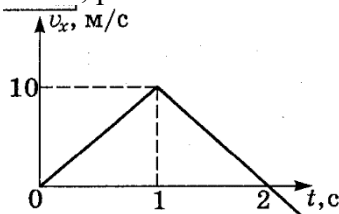
139. На рисунке изображены графики зависимости скорости движения четырех автомобилей от времени. Какой из автомобилей — 1, 2, 3 или 4 — прошел наибольший путь за первые 15 с движения?



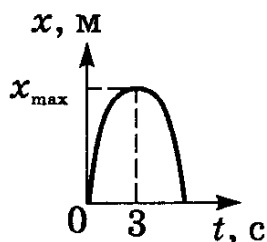
140. Два тела начинают одновременно двигаться из начала координат вдоль оси Ox . Зависимость проекций скоростей тел от времени представлена на рисунке. Тела встретятся в момент времени t , равный:



141. Частица движется вдоль оси Ox из начала координат. На рисунке приведена зависимость проекции скорости частицы от времени. Частица вернется в начало координат через промежуток времени, равный .



142. На рисунке приведен график зависимости координаты от времени x , м для тела, движущегося прямолинейно равноускоренно с начальной скоростью $v_{0x} = 4$ м/с. Максимальное значение координаты тела равно...?



143. Два машиниста ведут состав от станции Ангарск до станции Иркутск, используя разные стратегии. Молодой и неопытный разгоняет поезд с ускорением a до середины пути и затем тормозит с тем же ускорением до полной остановки. Другой пожилой разгоняет состав с тем же ускорением, но чтобы долго не тормозить основную часть пути едет равномерно и затем лишь перед остановкой притормаживает опять с ускорением a . При какой стратегии время движения меньше?

144. Муравей бежит от муравейника по прямой так, что его скорость обратно пропорциональна расстоянию до центра муравейника. В тот момент, когда муравей находится в точке А на расстоянии $L_1 = 1$ м от центра муравейника, его скорость равна $V_1 = 2$ см/с. За какое время t муравей добежит от точки А до точки В, которая находится на расстоянии $L_2 = 2$ м от центра муравейника?

145. Какой минимальный путь за время t может пройти тело, движущееся с постоянным ускорением a ?

1.8 Движение тела с ускорением свободного падения.

Свободное падение тел.

146. Какие опыты доказывают, что все тела у поверхности Земли, если на них не действуют силы сопротивления, падают с ускорением свободного падения?

147. Три тела брошены так: первое – вниз без начальной скорости, второе – вниз с начальной скоростью, третье – вверх. Одинаковы ли ускорения этих тел?

148. Как направлен вектор ускорения при свободном падении?

149. Тело упало с высоты 45 м. Определите время падения.

150. Мяч падает с начальной скоростью 5 м/с. Какой будет его скорость через 3 с после начала падения?

151. Камень бросили вертикально вниз с начальной скоростью 5 м/с. С какой высоты бросили камень, если он падал 2 с?

152. Свободно падающее тело прошло последние 30 м за 0,5 с. Найти высоту падения.

153. Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 80 м. Каково его перемещение в последнюю секунду падения?

154. Сколько времени падало тело без начальной скорости, если за последние 2 с оно прошло 60 м?

155. Тело падает без начальной скорости с высоты 45 м. Найти среднюю скорость на второй половине пути.

156. Свободно падающее без начальной скорости тело в последнюю секунду падения прошло $2/3$ своего пути. Найти весь путь пройденный телом.

157. Тело падает с высоты 100 м без начальной скорости. Какой путь проходит тело за первую и за последнюю секунды своего падения?

- 158.** Тело падает с высоты 100 м без начальной скорости. За какое время тело проходит первый и последний метры своего пути?
- 159.** С каким интервалом оторвались от крыши две капли, если спустя 2 с после начала падения второй капли расстояние между каплями равно 25 м?
- 160.** С вертолета сбросили без начальной скорости два груза, причем второй на 1 с позже первого. Определить расстояние между грузами через 2 с и через 4 с после начала движения первого груза.
- 161.** Тело свободно падает с высоты 10 м. В тот же момент другое тело брошено с высоты 20 м вертикально вниз. Оба тела упали на землю одновременно. Определить начальную скорость второго тела.
- 162.** Тело свободно падает с высоты 27 м. Разделить эту высоту на три части h_1, h_2, h_3 так, чтобы на прохождение каждой из них потребовалось одно и то же время.
- 163.** Падающее без начальной скорости тело проходит за последние τ секунд своего падения $1/n$ часть всего пути. Найти полное время t и всю высоту падения H .
- 164.** С крыши дома высотой 8 м через одинаковые промежутки времени падают капли воды, причем первая ударяется о землю тогда, когда пятая отрывается от крыши. Определить расстояние между каплями в момент, когда первая капля ударяется о землю.
- 165.** Аэростат поднимается с аэродрома вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 . Через 5 с от начала его движения из него выпал предмет. Через какое время этот предмет упадет на землю?
- 166.** Два тела начали падать с одной и той же высоты, одно вслед за другим через τ секунд. Через какое время, считая от начала падения первого тела, расстояние между телами будет равно l ?

Движение тела, брошенного вертикально вверх.

- 167.** Как движется тело, брошенное вертикально вверх?
- 168.** Как изменяется модуль скорости тела, брошенного вертикально вверх?
- 169.** Чему равна скорость тела, брошенного вертикально вверх, в наивысшей точке его подъема?
- 170.** Чему равен модуль ускорения тела, брошенного вертикально вверх?
- 171.** Как направлены вектор ускорения и вектор скорости тела, брошенного вертикально вверх?
- 172.** С какой начальной скоростью нужно бросить тело вертикально вверх, чтобы через 10 с оно двигалось со скоростью 20 м/с вниз?
- 173.** Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 4 с. Каковы начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?
- 174.** Бросая мяч вертикально вверх, мальчик сообщает ему скорость в 1,5 раза большую, чем девочка. Во сколько раз выше поднимется мяч, брошенный мальчиком?
- 175.** Через сколько секунд тело будет на высоте 25 м, если его бросить вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с?
- 176.** С высоты 2 м вертикально вверх бросили тело с начальной скоростью 5 м/с. Через какое время тело достигнет поверхности земли. Найти модуль перемещения и пройденный за это время путь.
- 177.** Камень брошен с высоты 28 м вертикально вверх с начальной скоростью 8 м/с. Найти скорость при ударе камня о землю.
- 178.** Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через какое время скорость тела (по модулю) будет в три раза меньше, чем в начале подъема?
- 179.** С высоты 10 м без начальной скорости падает камень. Одновременно с высоты 5 м вертикально вверх бросают другой камень. С какой начальной скоростью брошен второй камень, если камни встретились на высоте 1 м над землей?

- 180.** С башни высотой 20 м одновременно бросают два шарика: один — вверх со скоростью 15 м/с, другой — вниз со скоростью 5 м/с. Какой интервал времени, отделяющий моменты их падения на землю?
- 181.** С поверхности земли с одинаковыми скоростями 20 м/с последовательно через промежуток времени 1 с брошены вверх два мяча. Определить, когда и на каком расстоянии от поверхности земли они встретятся.
- 182.** С какой начальной скоростью необходимо бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он после удара о землю подскочил на высоту nh ? Считайте, что при ударе скорость мяча изменяется только по направлению.
- 183.** Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью v_0 . Когда тело достигло максимальной высоты, из того же начального пункта с той же скоростью v_0 бросили второе тело. На каком расстоянии от начального пункта они встретятся?
- 184.** Камень брошен вертикально вверх с некоторой скоростью v_0 , он достигает максимальной высоты H за время t_1 . Если с этой высоты камень бросить со скоростью v_0 вертикально вниз, то время падения составляет t_2 . Найдите v_0 и H , известны t_2 и g .
- 185.** Жонглер бросает шарик, и когда он достигает половины своей максимальной высоты, бросает следующий. Сколько шариков будет в полете в момент приземления первого шарика, если все шарики поднимаются на одинаковую высоту?
- 186.** Запущенная вверх ракета во время работы двигателя имела постоянное ускорение $a = 5g$. Спустя 1 мин после старта двигатель ракеты отключился. После отключения двигателя ракета упала на землю через промежуток времени, равный ... с.
- 187.** Модель ракеты стартует вверх с постоянным ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Через $t = 5 \text{ с}$ от начала движения двигатель перестает работать. Сколько времени длился полет ракеты? Сопротивление воздуха не учитывать. $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Движение тела, брошенного горизонтально.

- 188.** По какой траектории движется тело, брошенное горизонтально? С каким ускорением движется тело, брошенное горизонтально?
- 189.** Во время равномерного движения поезда с верхней полки падает мяч. Будет ли он падать вертикально? Одинаково ли ответят на этот вопрос наблюдатели, находящиеся в вагоне и на платформе?
- 190.** Как направлена начальная скорость тела, брошенного горизонтально?
- 191.** Что общего в движении тел, брошенных вертикально вниз и горизонтально?
- 192.** Зависит ли дальность полета тела, брошенного горизонтально от значения величины начальной скорости?
- 193.** Зависит ли время полета тела, брошенного горизонтально, от величины начальной скорости?
- 194.** Как изменится время полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если скорость бросания увеличить вдвое?
- 195.** Как изменится дальность полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если скорость бросания увеличить вдвое?
- 196.** Как изменится время полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если в 4 раза увеличить начальную высоту?
- 197.** Из окна бросили мяч в горизонтальном направлении со скоростью 12 м/с. Он упал на землю через 2 с. С какой высоты был брошен мяч, и на каком расстоянии от здания он упал?
- 198.** Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высоте 20 м. Сколько времени летел мяч до земли и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстоянии 6 м от основания дома?
- 199.** Мяч бросают с крыши, находящейся на высоте 20 м от поверхности земли. Его начальная скорость равна 25 м/с и направлена горизонтально. Какова дальность полета

мяча?

200. Из винтовки, находящейся на высоте 4 м над поверхностью земли, в горизонтальном направлении был произведен выстрел. Определите дальность полета пули, если ее горизонтальная скорость при выстреле 1000 м/с. Сколько времени пуля находилась в полете?

201. Пуля вылетает из винтовки в горизонтальном направлении и летит со средней скоростью 1000 м/с. На сколько снизится пуля в вертикальном направлении за время полета, если цель находится на расстоянии 750 м?

202. С какой скоростью надо бросить тело горизонтально с некоторой высоты, чтобы дальность полета равнялась высоте, с которой брошено тело?

203. Камень, брошенный горизонтально с крыши дома со скоростью 15 м/с, упал на землю под углом 60° к горизонту. Какова высота дома?

204. Самолет летит на высоте 500 м со скоростью 72 км/ч. С самолета сбросили вымпел на судно, которое движется со скоростью 18 км/ч навстречу самолету. На каком расстоянии от судна по прямой нужно сбросить вымпел?

205. С вертолета, летящего на высоте 125 м со скоростью 90 км/ч, сбросили груз. На какой высоте его скорость будет направлена под углом 45° к горизонту?

206. В мишень с расстояния 50 м сделано два выстрела в горизонтальном направлении при одинаковой наводке винтовки. Скорость первой пули 320 м/с, второй — 350 м/с. Каково расстояние между пробоинами?

207. Деревянный шар, скатываясь с лестницы, имел горизонтальную начальную скорость 1,7 м/с. Высота и ширина каждой ступеньки равны по 20 см. О какую по счету ступеньку ударился шар впервые?

208. Из винтовки, установленной горизонтально, производят два выстрела в мишень, установленную перпендикулярно к плоскости стрельбы на расстоянии 100 м. Вторая пуля попала на 1,7 см ниже первой. Какова скорость второй пули, если первая пуля имела начальную скорость 700 м/с?

209. Камень бросают горизонтально с вершины горы, имеющей уклон α . С какой скоростью должен быть брошен камень, чтобы он упал на гору на расстоянии L от ее вершины?

210. «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту 1 м. Какой будет дальность полета «снаряда», если пистолет установить на высоте 64 см и выстрелить горизонтально? Скорость «снаряда» в обоих случаях считать одинаковой.

211. Тело брошено с высоты h горизонтально с начальной скоростью v_0 . Как зависят от времени координаты тела и его полная скорость? Вывести уравнение траектории.

212. Тело брошено горизонтально с высоты $h = 20$ м. Если траектория его движения описывается уравнением $y = 20 - 0,05x^2$, то скорость, с которой было брошено тело, равна... м/с.

213. Заряд фейерверка в верхней точке траектории распадается на два осколка, разлетающихся горизонтально в противоположные стороны со скоростями $V_1=8$ м/с и $V_2=18$ м/с. Найдите расстояние между осколками в тот момент, когда их скорости взаимно перпендикулярны.

Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

214. По какой траектории движется тело, брошенное под углом к горизонту?

215. Что общего в движении тел, брошенных вертикально вниз и под углом к горизонту?

216. Можно ли движение тела, брошенное под углом к горизонту, считать равноускоренным?

217. С каким ускорением движется тело, брошенное под углом к горизонту?

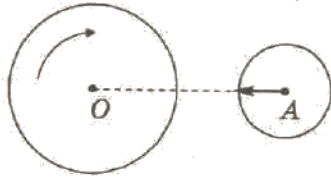
218. Зависит ли дальность полета тела от направления начальной скорости?

219. При каком угле бросания дальность полета будет наибольшей?
220. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты h . Какова дальность его полета?
221. Тело брошено под углом к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Какова скорость тела в момент, когда оно оказалось на высоте 3 м?
222. Двое играют в мяч, бросая его друг другу. Какой наибольшей высоты достигает мяч во время игры, если он от одного игрока к другому летит 4 с? (20 м)
223. Из трех труб, расположенных на земле, с одинаковой скоростью бьют струи воды: под углом 60° , 45° и 30° к горизонту. Найти отношения наибольших высот подъема струй воды, вытекающих из каждой трубы и дальностей падения воды на землю. Соппротивление воздуха движению водяных струй не учитывать.
224. Камень, брошенный под углом 30° к горизонту, дважды был на одной высоте: спустя 3 с и спустя 5 с после начала движения. Определите начальную скорость и максимальную высоту.
225. Тело, брошенное под углом 60° к горизонту, через 4 с после начала движения имело вертикальную составляющую проекций скорости $9,8$ м/с. Каково расстояние между местом бросания и местом падения?
226. Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту 10 м/с. Спустя $0,5$ с скорость камня стала равной 7 м/с. На какую максимальную высоту над первоначальным уровнем поднимется камень?
227. Камень брошен под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с. Через какое время камень будет на высоте 1 м?
228. Под углом 60° к горизонту брошено тело с начальной скоростью 20 м/с. Через какое время оно будет двигаться под углом 45° к горизонту?
229. Под каким углом α к горизонту нужно направить струю воды, чтобы высота ее подъема была равна дальности?
230. Из шланга, лежащего на земле, бьет под углом 45° к горизонту вода с начальной скоростью 10 м/с. Площадь сечения отверстия шланга 5 см². Какова масса m струи, находящейся в воздухе?
231. Камень, брошенный под углом к горизонту, упал на землю через 4 с. Чему равны высота и дальность полета камня, если известно, что во время движения его максимальная скорость была вдвое больше минимальной?
232. Игрок в волейбол посылает мяч с высоты $1,2$ м над землей так, чтобы угол бросания был равен 45° . На расстоянии 47 м от места бросания расположена сетка высотой $7,3$ м. Какова должна быть минимальная начальная скорость, чтобы мяч перескочил сетку?
233. Во время волейбольного матча мяч, посланный в сторону соперников со скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту, перелетел через сетку, едва коснувшись ее. На каком расстоянии от сетки был произведен удар по мячу? Высота верхнего края сетки $2,5$ м, мяч послан с высоты 1 м.
234. Два снаряда, выпущенные под разными углами к горизонту из данного орудия, попали в одну точку. Расстояние от орудия до этой точки вдвое меньше, чем максимальная дальность стрельбы данного орудия. Во сколько раз отличаются высоты верхних точек двух траекторий?
235. Два баскетболиста ростом $h=2$ м каждый бросили одновременно два мяча, один под углом $\alpha_1=30^\circ$, а второй под углом $\alpha_2=60^\circ$ к горизонту. Найдите расстояние между баскетболистами в момент броска, если известно, что брошенные мячи столкнулись в воздухе на высоте $H=5$ м над уровнем пола через время $\tau=1$ с после броска.
236. Тело брошено с отвесного обрыва высотой h с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту. Определите величины нормального и тангенциального ускорения спустя время τ после начала движения. Найдите радиус кривизны R траектории в её высшей точке и в начальной точке.

237. На наклонную плоскость, угол которой у основания равен 45° , с высоты 1 м падает мяч. Длина наклонной плоскости 10 м. Сколько раз мяч ударится о наклонную плоскость, прежде чем соскочит с нее? Удар предполагается абсолютно упругим.
238. Мячик бросили со скоростью V_0 под углом к горизонту. В полете он находился время t . Чему равна дальность полета? Точки бросания и приземления на одной высоте.
239. Тело бросили под углом α к горизонту со скоростью V_0 и оно летело до падения время t . Чему равна дальность полета?
240. Камушек бросили под углом α к горизонту с обрыва со скоростью 10 м/с. Сколько времени камушек находился в полете, если конечная его скорость 20 м/с и направлена под углом $90-\alpha$ к горизонту?
241. Камушек бросили со скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту. Через какое время угол между вектором скорости и горизонтом составит 30° ?
242. Камень бросили с крутого берега реки вверх под углом 30° к горизонту со скоростью $V_0 = 10$ м/с. С какой скоростью он упал в воду, если время полета $t = 2$ с?
243. Начальная скорость тела брошенного под углом к горизонту 10 м/с, а спустя 0,8 с скорость камня стала 6 м/с. На какую высоту над начальным уровнем поднимется камень?
244. Через время t скорость брошенного под углом к горизонту тела оказалась перпендикулярна начальной скорости. Найдите перемещение тела за это время.
245. Тело бросают с высоты $h = 4$ м вверх под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту так, что к поверхности земли оно подлетает под углом $\beta = 60^\circ$. Какое расстояние по горизонтали пролетит тело?
246. Камень брошен с башни так, что дальность полёта максимальна. Начальная скорость камня $V_0 = 3$ м/с, конечная $V_1 = 4$ м/с. Найдите время полёта камня. Соппротивление воздуха не учитывать.

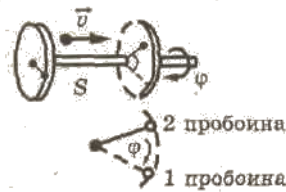
1.9 Криволинейное движение.

247. Тело движется по окружности с постоянной скоростью 10 м/с. Определить изменение скорости тела за три четверти периода, полпериода и период.
248. Найти радиус вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость точки, лежащей на ободе, в 2,5 раза больше линейной скорости точки, лежащей на 5 см ближе к оси колеса.
249. Пропеллер самолета радиусом 1,5 м вращается при посадке с частотой 2000 мин⁻¹, посадочная скорость самолета относительно земли равна 162 км/ч. Определите скорость точки на конце пропеллера.
250. Винт самолета совершает один оборот за 0,02 с. Сколько оборотов сделает винт на пути 400 км при скорости полета 360 км/ч? ($2,0 \cdot 10^5$)
251. Чему равна скорость велосипедиста, если колеса его велосипеда имеют диаметр $D = 60$ см и вращаются с частотой $\nu = 159$ об/мин? (5 м/с)
252. Мальчик вращает камень, привязанный к веревке длиной 0,5 м в вертикальной плоскости, так, что частота равна 3 об/с. На какую высоту взлетел камень, если веревка оборвалась в тот момент, когда скорость была направлена вертикально вверх?
253. Первая в мире орбитальная космическая станция двигалась со скоростью 7,8 км/с и имела период обращения 88,85 мин. Считая ее орбиту круговой, найти высоту станции над поверхностью Земли. Радиус Земли принять равным 6400 км.
254. Круглая горизонтальная платформа вращается вокруг своей оси с частотой 30 мин⁻¹. Шар катится в направлении АО со скоростью 7 м/с. Найти скорость шара относительно платформы в момент, когда $АО = 8$ м.



255. С какой минимальной скоростью v_{\min} двигалась телега при киносъемке, если при показе кинофильма ее колесо имеющее $N = 8$ спиц, казалось не вращающимся? Диаметр колеса $d = 80$ см. Частота, с которой снимали кадры $\nu = 1500$ кадров в минуту.

256. Пуля, летевшая горизонтально, пробила один за другим два диска, насаженных на один вал и вращавшихся с частотой $\nu = 10$ с⁻¹. Расстояние между дисками $S = 30$ см. Найти скорость пули v между дисками, если угловое смещение пробоин $\varphi = 9^\circ$ и пробоины оказались расположенными на одинаковом расстоянии от оси вращения.



257. Гладкий диск радиусом R , плоскость которого горизонтальна, вращается вокруг своей оси. От поверхности диска отрывается небольшое тело, которое без трения скользит по нему. На каком расстоянии от оси оторвалось тело, если за время, пока оно соскальзывало с диска, диск сделал полный оборот?

258. Гайку закручивают на болт за время t . Длина болта l , резьба составляет угол α с плоскостью гайки. Найдите угловую скорость гайки, если радиус болта равен R .

259. Электрон дрейфует на границе раздела областей с магнитными полями в которых он движется по окружностям радиусов R и r . Скорость по модулю постоянна и равна V . Найдите среднюю скорость электрона за большой промежуток времени.

260. По вертикальной цилиндрической проволочной спирали с постоянной скоростью V соскальзывает бусинка. Определить ускорение бусинки, если радиус витков спирали равен R , а шаг спирали h .

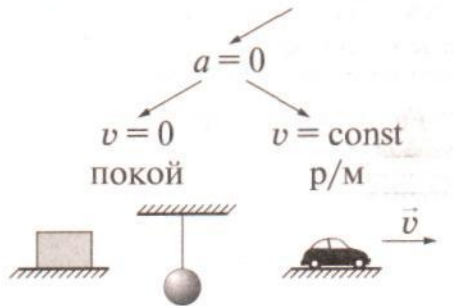
261. Боевой разворот. Три самолета выполняют разворот в горизонтальной плоскости, двигаясь равномерно по концентрическим окружностям на расстоянии $s=60$ м друг от друга. Ближайший к центру виража самолет движется по окружности $R=600$ м. Средний самолет движется со скоростью $V=343$ км/ч. Найти ускорение самолета, летящего по внешней траектории. Ответ дать в м/с².

Ответы к разделу КИНЕМАТИКА:

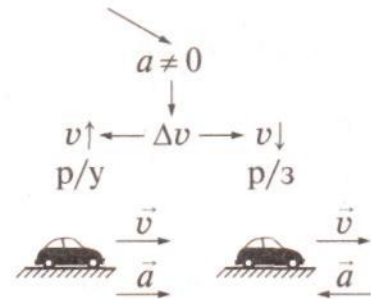
12. 3,13 м, 2,83 м; 6,28 м, 4 м; 12,56 м, 0. **13.** 600 м, 424 м. **14.** 6,28 км, 4 км; 12,56, 0; 25,12, 0. **15.** 98 м, 0; 49 м, 35 м. **16.** 35,7 м, 21,2 м. **17.** 28 км 30^0 к направлению на север. **18.** 7 км, 5 км. **19.** 620 м, 20^0 к направлению на север. **20.** 70 км, ≈ 55 км. **21.** 2,5 км, 2,5 км. **22.** 22 км, ≈ 10 км; $\approx 5,6$ км, 8 км. **23.** $\approx 3,5$ км к юго-востоку, 42 мин. 64 с. **25.** 64 с. **33.** 30 км. **34.** 24 м/с. **37.** 15 км/ч. **38.** 15 км/ч. **45.** 150 км/ч. **46.** 40 км/ч. **47.** 10 с. **48.** 19 км/ч. **49.** 12 ч. **50.** 45 с. **51.** 8/15. **52.** 7,5 км/ч, 17,5 км/ч. **53.** в 7 раз. **54.** 4 км/ч, 16 км/ч. **55.** 11,1 м/с, 0,5 м/с. **56.** 35 мин. **59.** 19 м/с, 17^0 . **60.** 250 м. **63.** 400 с. **64.** 69 км/ч. **65.** 102 км/ч. **68.** 6 м/с. **69.** 2 м/с. **74.** 0,5 м/с. **75.** 4 км/ч. **76.** 61,5 км/ч. **77.** 6,4 км/ч. **78.** 7,2 км/ч. **79.** 6 км/ч. **80.** 72 км/ч, 9 км/ч. **81.** 50 км/ч. **82.** 0; 48 км/ч. **84.** 40 км/ч. **85.** 1,25. **86.** 4 км/ч, > 2 км/ч. **87.** 12 км/ч. **88.** 64 км/ч. **89.** 4 шт. **91.** 2 м/с². **92.** 8 м/с. **93.** 25 с. **94.** 2 м/с. **95.** 2 м/с². **96.** 2 м/с², 15 с. **97.** 1 м/с². **98.** 360 м, 24 м/с. **99.** 2,25 м/с², 6,7 с. **100.** $1,8 \cdot 10^{-3}$ с, $2,2 \cdot 10^5$ м/с², 283 м/с. **101.** 2 м/с². **102.** 5 м, 7 м. **103.** $\frac{3}{4}vt$. **104.** 20 м/с. **105.** 1,3 м. **106.** 5 м/с. **107.** 22 м/с², 0,33 м/с. **108.** 0,45 м/с, 0,33 м/с². **109.** 3,2 м/с², 13,6 м/с. **111.** 3,75 км. **114.** 85 км/ч. **115.** 2 с. **116.** 5 м/с. **117.** 8 м/с. **119.** 25 м. **120.** 2 см/с. **121.** 28. **137.** 12 с. **138.** 2 м. **140.** 2 с. **141.** 3,41 с. **142.** 6 м. **145.** 75 с. **150.** 3 с. **151.** 35 м/с. **152.** 30 м. **153.** 195 м. **154.** 35 м. **155.** 4 с. **156.** 25,6 м/с. **157.** 27,5 м. **158.** 5 м; 39,7 м. **159.** 0,45 с; 0,023 с. **160.** 1 с. **161.** 15 м; 35 м. **162.** 7 м/с. **163.** 3 м, 9 м, 12 м. **166.** 3,5 с. **173.** 80 м/с. **174.** 20 м/с, 20 м. **175.** в 2,25 раза. **176.** 1 с, 5 с. **177.** 1,3 с, 2 м, 4,6 м. **178.** 25 м/с. **179.** 40 м, 2 с, 4 с. **180.** 3,7 м/с. **181.** 2,4 с. **182.** 2,5 с, 18,75 м. **184.** $\frac{3}{4} h_{\max}$. **197.** 20 м, 24 м. **198.** 2 с, 3 м/с. **199.** 50 м. **200.** 0,89 с, 894 м. **201.** 2,8 м. **203.** 34,4 м. **204.** 250 м. **205.** 93 м. **206.** 2 см. **207.** $n=3$. **208.** 650 м/с. **210.** 1,6 м. **212.** 10 м/с. **213.** 28,8 м. **220.** 4 h. **221.** 6,3 м/с. **222.** 20 м. **223.** 3:2:1; $\sqrt{3}:3:\sqrt{3}$. **224.** 78,4 м/с, 73,5 м. **225.** 284,2 м. **226.** 2,8 м. **227.** 0,28 с, 0,74 с. **228.** 0,75 с, 2,8 с. **229.** 76^0 . **230.** 7,1 кг. **231.** 20 м, 45 м. **232.** 23 м/с. **233.** 1 м или 7,9 м. **234.** в 14 раз. **235.** 18,45 м. **237.** 2. **241.** 2,24 с. **242.** 17,3 м/с. **243.** 3,2 м. **245.** 10,92 м. **246.** 2,5 с. **248.** 8,3 м. **249.** 317 м/с. **250.** $2 \cdot 10^5$. **251.** 5 м/с. **252.** 4,5 м. **253.** $2,2 \cdot 10^5$ м, **254** 26 м/с. **255.** 7,85 м/с. **256.** 120 м/с. **261.** 15 м/с².

ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

- ① Основное положение механики Ньютона – Δv тела (a) всегда вызывается воздействием на него других тел.



Действие тел *компенсируется*.



Действие тел *не компенсируется*.

- ② Первый закон Ньютона (закон инерции)

Существуют СО, называемые инерциальными (ИСО), относительно которых свободные тела покоятся или движутся равномерно и прямолинейно.

Пример ИСО: Земля (геоцентрическая СО), Солнце (гелиоцентрическая СО).
Пример не ИСО: СО, движущаяся с \vec{a} относительно ИСО.

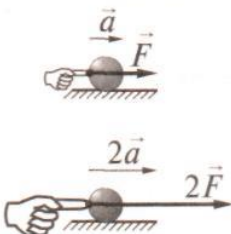
- ③ Сила (F) – количественная мера действия тел друг на друга, в результате которого тела приобретают ускорения.



- \vec{F} – векторная величина
- \vec{F} – $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$
- \vec{F} – причина появления ускорения ($\vec{a} \uparrow \Sigma \vec{F}$)
- \vec{F} – измерительный прибор динамометр
- \vec{F} – СИ: $[F] = [1 \text{ Н}] = [1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2]$

1 Н – сила, которая телу $m = 1 \text{ кг}$ сообщает $a = 1 \text{ м/с}^2$

- ④ Второй закон Ньютона



Из опыта: $a \sim F \rightarrow \frac{F}{a} = \text{const} \rightarrow m = \frac{F}{a}$

Масса (m) – мера инертности

СИ: $[m] = [1 \text{ кг}]$

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

второй закон Ньютона

ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

(продолжение)

① Третий закон Ньютона



Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулям и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

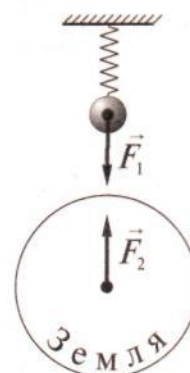
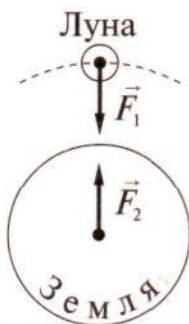
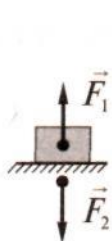


$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Силы взаимодействия всегда

- равны по значению
- противоположны по направлению
- действуют вдоль одной прямой
- одной природы
- приложены к разным телам → не уравнивают друг друга

Примеры проявления:



По третьему закону Ньютона

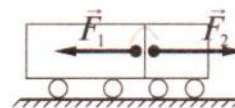
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

По второму закону Ньютона

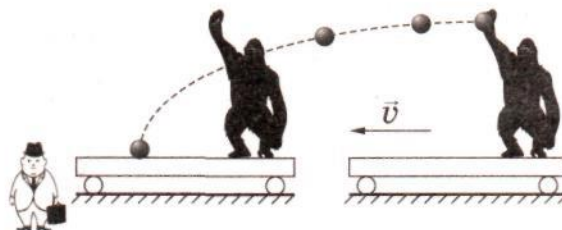
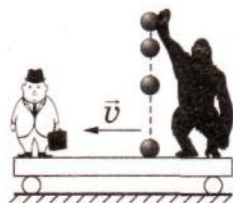
$$m_1 \vec{a}_1 = \vec{F}_1$$

$$m_2 \vec{a}_2 = \vec{F}_2$$

$$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2 \rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} = \text{const} \rightarrow m_1 > m_2 \rightarrow a_2 > a_1$$

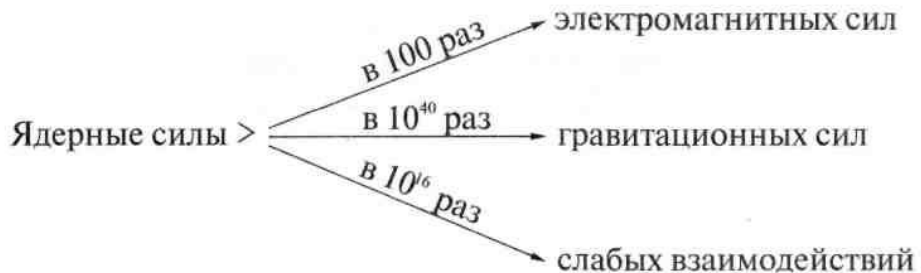


② Принцип относительности Галилея: все механические процессы протекают одинаково во всех ИСО.



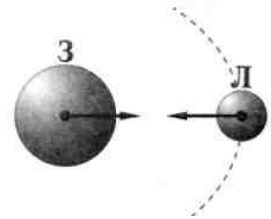
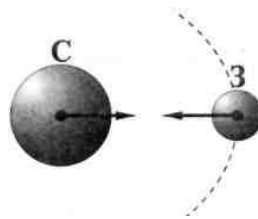
СИЛЫ В ПРИРОДЕ

1. **Гравитационные силы** (силы всемирного тяготения) действуют между всеми телами.
2. **Электромагнитные силы** действуют между заряженными частицами.
3. **Ядерные силы** действуют между частицами в атомных ядрах.
4. **Слабые взаимодействия** вызывают превращения элементарных частиц друг в друга.



ГРАВИТАЦИОННЫЕ СИЛЫ

① Силы всемирного тяготения



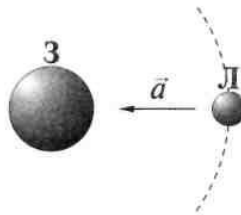
② Опытные факты

Все тела вблизи поверхности Земли $\rightarrow a = g = 9,8 \text{ м/с}^2$

Движение Луны вокруг Земли:

$$a = \frac{2\pi^2 R_{ЛЗ}}{T^2}, \quad R_{ЛЗ} = 60 R_3$$

$$\frac{a}{g} \sim \frac{1}{60^2}$$



$$a = \frac{c_1}{R^2} \quad \begin{array}{l} a - \text{ускорение, которое сообщает всем телам сила притяжения к Земле} \\ c_1 - \text{коэффициент пропорциональности, одинаковый для всех тел} \end{array}$$

Законы движения планет (Т. Браге \rightarrow И. Кеплер \rightarrow И. Ньютон)

$$a = \frac{c^2}{R^2}$$

a – ускорение, которое сообщает всем телам сила притяжения к

Солнцу

c_2 – коэффициент пропорциональности, одинаковый для всех

планет

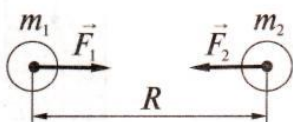
$$(c_1 \neq c_2)$$

ГРАВИТАЦИОННЫЕ СИЛЫ

(продолжение)

1 Закон всемирного тяготения (И. Ньютон – 1667 г.)

 Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.



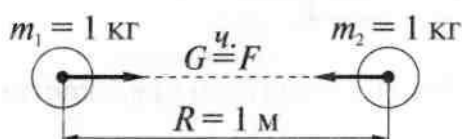
$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

Применим для:
 – материальных точек
 – шаров
 – шара большого R и тела

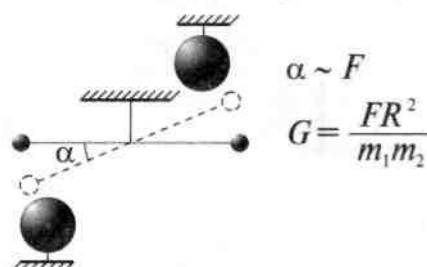
2 Гравитационная постоянная

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Физический смысл



Опыт Кавендиша (1798 г.)



$$\alpha \sim F$$

$$G = \frac{FR^2}{m_1 m_2}$$

3 Сила тяжести – сила притяжения тела к планете.

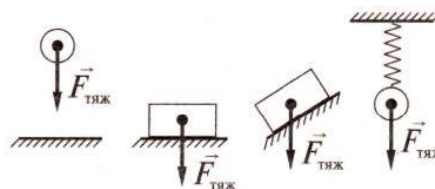
$$F_{\text{тяж}} = mg \quad F_{\text{тяж}} = G \frac{M_3 m}{R_3^2}$$

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2} \rightarrow g_h = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

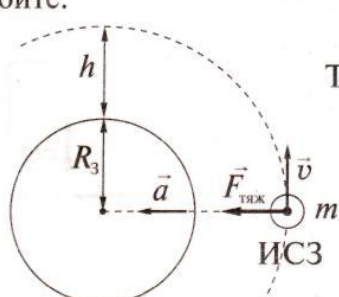
M_3 – масса Земли, R_3 – радиус Земли

g – ускорение свободного падения на поверхности Земли

g_h – ускорение свободного падения на высоте h над Землей



4 Первая космическая скорость (v_1) – скорость, которую необходимо сообщить телу у поверхности планеты, чтобы оно стало ее спутником, движущимся по круговой орбите.



Искусственный спутник Земли

По второму закону Ньютона $ma = F_{\text{тяж}}$

Так как $a = \frac{v^2}{R_3 + h}$

$$F_{\text{тяж}} = G \frac{M_3 m}{(R_3 + h)^2}$$

$$\frac{mv^2}{R_3 + h} = G \frac{M_3 m}{(R_3 + h)^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3 + h}}$$

Если $h \rightarrow 0$, то

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}$$

$v_1 \approx 8 \text{ км/с}$

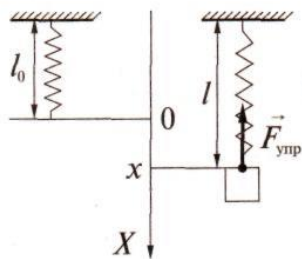
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СИЛЫ

① Силы упругости возникают при деформации тел.

Деформация – изменение формы или объема тела под действием внешних сил.



② Закон Р. Гука (англ. 1660 г.)

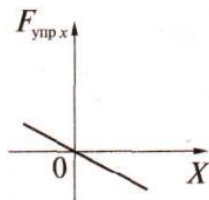
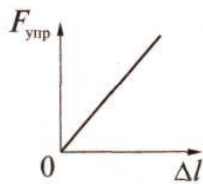


$\Delta l = l - l_0 = x$ – удлинение тела при малых деформациях

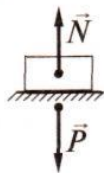
$$F_{\text{упр}} \sim x \rightarrow F_{\text{упр}} = k |\Delta l| = k |x| \quad \text{закон Гука}$$

$$F_x = -kx$$

k – коэффициент упругости (жесткость)

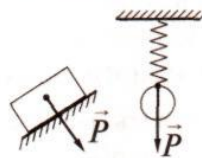


③ Вес тела (P) – сила, с которой тело действует на горизонтальную опору или растягивает подвес.

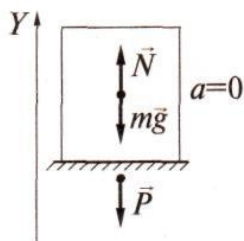


$$P = -N$$

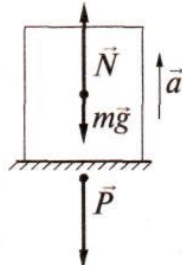
по третьему закону Ньютона



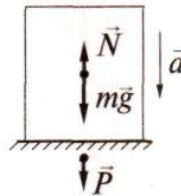
P зависит от характера движения опоры.



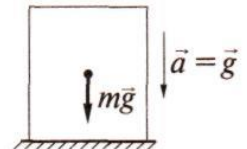
$$\begin{aligned} \vec{N} + m\vec{g} &= m\vec{a} \\ Y: N - mg &= 0 \\ P &= N = mg \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \vec{N} + m\vec{g} &= m\vec{a} \\ Y: N - mg &= ma \\ P &= N = m(g+a) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \vec{N} + m\vec{g} &= m\vec{a} \\ Y: -N + mg &= -ma \\ P &= N = m(g-a) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} P &= N = 0 \\ \text{невесомость} \end{aligned}$$

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СИЛЫ

(продолжение)

Силы трения зависят от:

- относительной скорости движения тел
- состояния трущихся твердых поверхностей
- размеров и формы тела (в воде или воздухе)

① Трение покоя

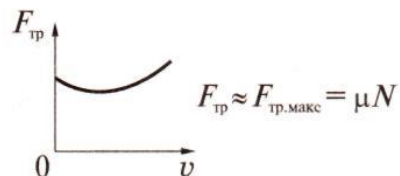
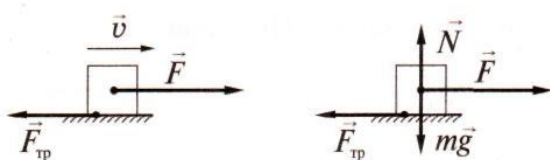


$$F_{\text{тр.макс}} = \mu N$$

μ – коэффициент трения покоя зависит от:
 – материала поверхностей
 – качества обработки поверхностей

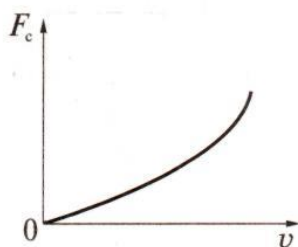
не зависит от S
 соприкосновения тел

② Трение скольжения – всегда $\vec{F}_{\text{тр}} \uparrow \downarrow \vec{v}$



③ Сила сопротивления при движении твердых тел в жидкостях и газах:

- всегда $\vec{F}_c \uparrow \downarrow \vec{v}$ тела относительно среды
- зависит от размеров, формы, состояния поверхности тела, свойств среды, относительной скорости движения тела и среды



При $v \rightarrow 0$ $F_c = k_1 v$

k_1 – коэффициент сопротивления зависит от:

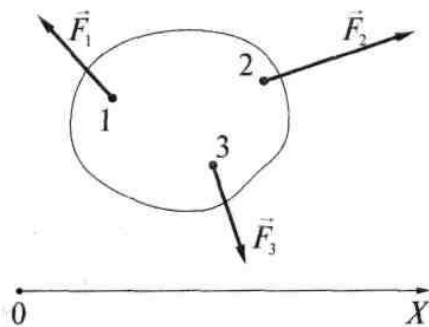
- формы
- размеров
- состояния поверхности тела
- свойств среды (вязкости)

При $v \uparrow$ $F_c = k_2 v^2$

k_2 – коэффициент сопротивления ($k_1 \neq k_2$)

РАВНОВЕСИЕ АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТЕЛА

1) Первое условие равновесия



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots = 0$$



Твердое тело находится в равновесии, если геометрическая сумма внешних сил, приложенных к нему, равна нулю.

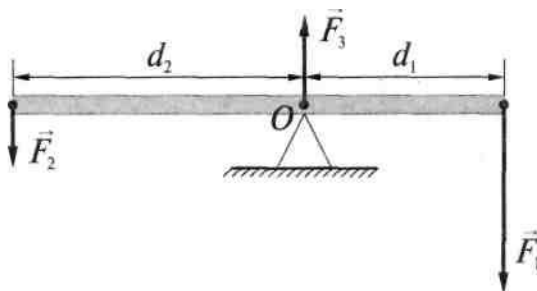
2) Второе условие равновесия

Плечо силы (d) — длина перпендикуляра, опущенного из оси вращения на линию действия силы.



Момент силы (M) — произведение модуля силы на ее плечо.

$$M = \pm Fd \quad \text{СИ: } [M] = [1 \text{ Н} \cdot \text{м}]$$



$$M_1 = F_1 d_1 > 0$$

$$M_2 = F_2 d_2 < 0$$

$$M_3 = F_3 d_3 = 0 \quad (d_3 = 0)$$

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

$$\Sigma M_{\text{по ч.с.}} = \Sigma M_{\text{против ч.с.}}$$



При равновесии твердого тела сумма моментов всех внешних сил, действующих на него относительно любой оси, равна нулю.

2. Динамика материальной точки.

2.1. Основные законы динамики материальной точки.

Первый закон Ньютона

1. Может ли шайба, брошенная хоккеистом, двигаться равномерно по льду?
2. Может ли скорость тела изменяться мгновенно?
3. Почему стоящему в движущейся лодке человеку трудно сохранить прежнее положение, если лодка внезапно останавливается?
4. Почему нельзя перебежать улицу перед близко идущим транспортом? В чем причина того, что водитель не может сразу остановить автомашину?
5. Может ли автомобиль двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем? Ответ объясните.
6. Почему груз, сброшенный с транспортного самолета, не падает вниз вертикально?
7. На столе лежит брусок. Какие силы действуют на него? Почему брусок покоится? Изобразите силы графически.
8. Парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно. Действие каких сил компенсируется? Сделайте чертёж.
9. Шарик висит на нити. Какие силы действуют на шарик? Почему он покоится? Изобразите силы графически.
10. Что произойдет с бруском и почему, если тележку, на которой он стоит, резко дернуть вперед? Резко остановить?
11. Поезд подходит к станции и замедляет свое движение. В каком направлении в это время легче тащить тяжелый ящик по полу вагона: по ходу поезда или в обратную сторону?
12. К потолку каюты корабля, идущего равномерно и прямолинейно, подвешен груз. Как будет двигаться груз относительно каюты, если корабль будет: увеличивать свою скорость? замедлять ее? повернет влево?
13. На полу вагона лежит мяч. Поезд трогается, мяч катится при этом по полу вагона. Укажите тело отсчета, относительно которого верен закон инерции, и тело отсчета, относительно которого этот закон не выполняется.
14. С помощью двух одинаковых воздушных шаров поднимают из состояния покоя разные тела. По какому признаку можно заключить, у какого из этих тел большая масса?
15. Лисица, убегая от преследующей ее собаки, часто спасается тем, что делает резкие внезапные движения в сторону как раз в тот момент, когда собака готова схватить ее зубами. Почему собака при этом промахивается?
16. При каком условии пароход, плывущий против течения, будет иметь постоянную скорость?
17. Какими способами насаживают топор на рукоятку? Как объяснить происходящие при этом явления?
18. Почему с размаху легче расколоть полено топором?
19. Система отсчета жестко связана с лифтом. В каких из приведенных ниже случаях систему отсчета можно считать инерциальной? Лифт: 1) свободно падает; 2) движется равномерно вверх; 3) движется ускоренно вверх; 4) движется замедленно вверх; 5) движется равномерно вниз.
20. Может ли одно и то же тело в одной системе отсчета сохранять свою скорость, а в другой — изменять? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.
21. Система отсчета связана с автомобилем. Будет ли она инерциальной, если автомобиль движется: 1) равномерно и прямолинейно по горизонтальному шоссе; 2) ускоренно по

горизонтальному шоссе; 3) равномерно поворачивая; 4) равномерно в гору; 5) равномерно с горы; 6) ускоренно с горы?

22. Строго говоря, связанная с Землей система отсчета не является инерциальной. Обусловлено ли это: а) тяготением Земли; б) вращением Земли вокруг своей оси; в) движением Земли Солнца?

23. Если закон инерции выполняется в некоторой системе отсчета, будет ли он выполняться в другой системе отсчета, которая движется относительно первой поступательно, прямолинейно равномерно?

24. Поезд движется относительно Земли прямолинейно равномерно, относительно автомобиля — равноускоренно. Является ли инерциальной система отсчета «автомобиль»? Поясните свой ответ.

25. Автомобиль равномерно движется по кольцевой трассе. Является ли связанная с ним система отсчета инерциальной?

26. Изменяется ли при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую перемещение тела? Путь? Скорость? Ускорение? Изменяются ли эти величины при переходе из инерциальной системы отсчета в неинерциальную?

Сила. Второй закон Ньютона

27. От чего зависит ускорение тела?

28. Как движется тело, когда векторная сумма действующих на него сил равна нулю?

29. Верно ли утверждение, что тело всегда движется туда, куда направлена действующая на него сила?

30. Почему падение с некоторой высоты на мерзлую землю опасней чем на рыхлый снег?

31. Почему нагруженный автомобиль на булыжной мостовой движется более плавно, чем такой же автомобиль без груза?

32. С каким ускорением движется при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?

33. Какая сила сообщает телу массой 5 кг ускорение 4 м/с^2 ?

34. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с^2 ?

35. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найти среднюю силу удара.

36. На тело массой 500 г действуют две силы, направленные в противоположные стороны: 10 Н и 8 Н. Определите модуль и направление ускорения.

37. На тело массой 5 кг вдоль одной прямой действуют две силы: 12 Н и 8 Н. Определите ускорение этого тела в случаях: а) угол между ними составляет 0° ; б) угол между ними — 180° .

38. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите среднюю силу, с которой пороховые газы давят на снаряд, если длина ствола орудия 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.

39. Водитель автомобиля начал тормозить, когда машина находилась на расстоянии 200 м от заправочной станции и двигалась к ней со скоростью 20 м/с. Какова должна быть сила сопротивления движению, чтобы автомобиль массой 1000 кг остановился у станции?

40. Под действием силы 150 Н тело движется прямолинейно так, что его координата изменяется по закону $x = 100 + 5t + 0,5t^2$. Какова масса тела?

41. Найти проекцию силы F_x , действующей на тело массой 500 кг, если тело движется прямолинейно и его координата изменяется по закону $x = 20 - 10t + t^2$.

42. Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска с горы скорость 10 м/с, остановился через 40 с после окончания спуска. Определить модуль силы сопротивления

движению.

43. Самолет массой 30 т касается посадочной полосы при скорости 144 км/ч. Какова сила сопротивления движению, если самолет до остановки пробегает по полосе 800 м?
44. Груз массой 50 кг поднимают вертикально вверх при помощи каната в течение 2 с на высоту 5 м. Начальная скорость груза была равна нулю. С какой силой действует канат на груз, если земля притягивает груз силой 500 Н?
45. Может ли равнодействующая трех равных по модулю сил, приложенных в одной точке, быть равной нулю?
46. При каком условии тело движется с постоянным ускорением? Какую скорость приобрело покоящееся тело массой 500 г, если под действием силы 5 Н оно прошло путь в 80 см?
47. Скорость материальной точки изменяется по закону $V_x = 5 - 3t$ под действием силы 6 Н. Какова масса материальной точки?
48. Найти начальную скорость тела массой 600 г, если под действием силы 8 Н на расстоянии 120 см оно достигло скорости 6 м/с, двигаясь прямолинейно.
49. Скорость автомобиля изменяется по закону $V_x = 10 + 0,5t$. Каков модуль равнодействующей силы, действующей на автомобиль, если его масса равна 1,5 т.
50. Тело массой 400 г, двигаясь прямолинейно с некоторой начальной скоростью, за 5 с под действием силы 0,6 Н приобрело скорость 10 м/с. Найти начальную скорость тела.
51. Найти модуль равнодействующей трех сил, по 200 Н каждая, если углы между первой и второй силами и между второй и третьей силами равны 60° . Все три силы лежат в одной плоскости.
52. На тело массой 100 г в течение 2 с действовала сила 5 Н. Определить модуль перемещения, если движение прямолинейное.
53. Шарик массой 500 г скатывался с наклонной плоскости длиной 80 см, имея начальную скорость 2 м/с. Определить, какую скорость имел шарик в конце наклонной плоскости, если равнодействующая всех сил, действующих на шарик, равна 10 Н.

Третий закон Ньютона

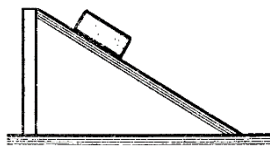
54. Сравнить силы, действующие на комара и автомобиль во время удара.
55. Лежащая на столе книга давит на него с некоторой силой. Стол действует на книгу с такой же силой, направленной вверх. Можно ли найти равнодействующую этих сил?
56. Как объяснить явление отдачи при выстреле?
57. Два мальчика растягивают динамометр. Каждый прилагает силу 80 Н. Что покажет динамометр?
58. Что можно сказать об ускорении, которое получает Земля при взаимодействии с идущим по ней человеком? Ответ обоснуйте.
59. Двое мальчиков тянут шнур в противоположные стороны, каждый с силой 200 Н. Разорвется ли шнур, если он может выдержать нагрузку 300 Н?
60. Сначала двое тянут веревку в разные стороны с силой по 100 Н, затем, привязав веревку к стене, тянут ее вдвоем за другой конец, каждый с той же силой. Одинаковая ли сила натяжения действует на веревку в этих случаях?
61. Лебедь, рак и щука в известной басне Крылова тянут воз с одинаковыми по модулю силами. Результат известен. Как были направлены эти силы?

2.2. Силы природы.

Сила упругости. Закон Гука

62. Объясните, как возникают силы упругости в телах, подвешенных на нитях и телах, лежащих на опорах.

63. На наклонной плоскости неподвижно лежит груз. Действует ли на него сила упругости? Деформация какого тела вызывает ее? Как направлена сила упругости?

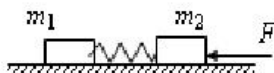


64. На сколько удлинится рыболовная леска (коэффициент жесткости $0,5 \text{ кН/м}$) при равномерном поднимании вертикально вверх рыбы массой 200 г ?

65. Найти абсолютное удлинение троса с коэффициентом жесткости 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$.

66. Пружина одним концом прикреплена к бруску массой $0,6 \text{ кг}$, покоящемуся на гладком горизонтальном столе. Свободный конец пружины стали перемещать прямолинейно вдоль стола с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Определите коэффициент жесткости пружины, если последняя при этом растянулась на 2 см . Массой пружины пренебречь.

67. Два тела с массами m_1 и m_2 соединены пружиной жесткости k . На тело m_2 начинает действовать постоянная сила F в направлении тела m_1 . Найти деформацию пружины при установившемся движении. Каким будет ускорение тел сразу после прекращения действия силы? Трения нет.



68. Пружину, на которую подвесили груз массой $0,4 \text{ кг}$, за свободный конец поднимают вертикально вверх с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Жесткость пружины 250 Н/м . Пренебрегая массой пружины, определите, на сколько увеличилась ее длина по сравнению с недеформированным состоянием. Какую скорость приобретет этот груз через 5 с от начала движения?

69. Два тела массами m_1 и m_2 соединены пружиной и подвешены на нити к потолку. Нить перерезают. С какими ускорениями начнут двигаться тела?

70. Коэффициент жесткости данного куска проволоки равен k . Чему равен коэффициент жесткости половины этого куска проволоки? Ответ обоснуйте.

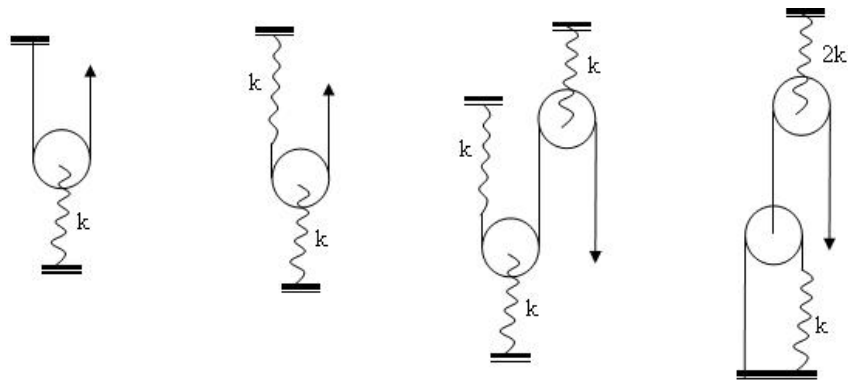
71. Коэффициент жесткости резинового жгута 40 Н/м . Каков коэффициент жесткости того же жгута, сложенного пополам?

72. Пружины жесткостями 100 Н/м и 300 Н/м соединили: а) параллельно; б) последовательно. Пружиной какой жесткости можно заменить такую систему пружин?

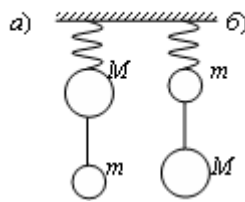
73. Как изменится жесткость пружины, если от нее отрезать кусок, так что её длина уменьшится в k раз.

74. Тянем два тела. Массивное тело тянут по гладкому горизонтальному столу двумя последовательно соединенными пружинами, жесткость которых равна $k_1=100 \text{ Н/м}$ и $k_2=30 \text{ Н/м}$. Найти суммарное удлинение пружин, если приложенная сила равна $F=3 \text{ Н}$. Ответ дать в сантиметрах.

75. Найти эффективную жесткость предложенных систем:



76. Перерезали. Два шара с массами M и m соединены нитью и подвешены к пружине, как показано на рисунке. Если перерезать нить в случае а), то шар M начнет движение с ускорением $a_1=5 \text{ м/с}^2$. Каково будет ускорение шара m , если перерезать нить в случае б)? Ответ дать в м/с^2 . $g=10\text{м/с}^2$.



Закон Всемирного тяготения

72. Какая сила заставляет Землю и другие планеты двигаться вокруг Солнца?

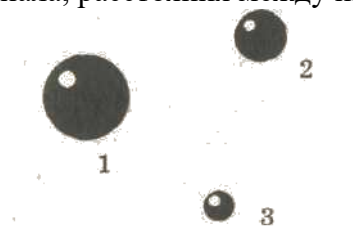
73. В каких из указанных ниже случаев силу всемирного тяготения можно вычислить по формуле $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$, где m_1 и m_2 массы взаимодействующих тел (материальных точек);

R — расстояние между ними: а) Земля — Солнце; б) два стоящих рядом автомобиля; в) Земля и воздушный шар?

74. Между двумя телами действует сила всемирного тяготения. Если массу одного из тел увеличить, например вдвое, а расстояние между телами сохранить прежним, то изменится ли сила тяготения между ними? Если изменится, то как?

75. Изобразите схематично Землю и Луну. Отметьте на этом рисунке силы всемирного тяготения, которые действуют между этими телами. Как направлены эти силы? К каким телам приложены? Что можно сказать о величине этих сил?

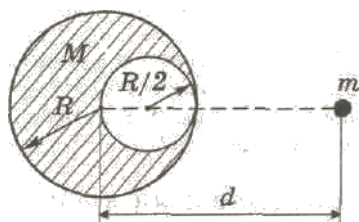
76. Между какими из трех шариков сила тяготения наибольшая? Наименьшая? Шарики изготовлены из одинакового материала, расстояния между ними одинаковые.



77. Притягивается ли Земля к висящему на ветке яблоку?

78. Найти во сколько раз сила притяжения двух гантелей больше чем притяжение точных масс находящихся в центрах масс гантелей? Расстояния между шариками гантелей и ближайшими шариками равны. Всё на одной прямой.

79. С какой силой притягивается к Земле тело массой 40 кг, находящееся на высоте 400 км от поверхности Земли? Радиус Земли принять равным 6400 км.
80. Каково расстояние между шарами массой 100 кг каждый, если они притягиваются друг к другу с силой, равной 0,01 Н?
81. С какой силой притягиваются два вагона массой по 80 т каждый, если расстояние между ними 1000 м?
82. Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 500 м. Найти силу их взаимного притяжения.
83. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии 0,1 м друг от друга и притягиваются с силой $6,67 \cdot 10^{-15}$ Н. Какова масса каждого шарика?
84. На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по 1000 кг каждое будет равна $6,67 \cdot 10^{-9}$ Н?
85. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к Земле в 100 раз меньше, чем на ее поверхности?
86. Определите ускорение свободного падения на Луне, если масса Луны $7,3 \cdot 10^{22}$ кг. Радиус Луны принять равным 1700 км.
87. Определите ускорение свободного падения на высоте, равной радиусу Земли.
88. На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение свободного падения равно 1 м/с^2 ?
89. На какой высоте над поверхностью Земли сила тяготения уменьшается на 10 %? Радиус Земли считать равным 6400 км.
90. Космическая станция запущена на Луну. На каком расстоянии от центра Земли станция будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой? Считать, что масса Земли больше массы Луны в 81 раз, а расстояние между их центрами равно 60 земным радиусам.
91. Найти массу и среднюю плотность Земли. Радиус Земли принять равным 6400 км.
92. Найдите силу F притяжения маленького шарика массой m и большого однородного шара массой M , в котором имеется сферическая полость.



Сила тяжести. Вес тела

93. Имеет ли вес гири, висящая на нити? Чему будет равен вес гири, если нить перерезать?
94. Стальной шар перенесли с поверхности стола в стакан с водой. Изменилась ли при этом сила тяжести, действующая на шар?
95. На какой высоте над поверхностью Земли сила тяжести тела будет в два раза меньше, чем на ее поверхности?
96. Определить силу тяжести, действующую на тело массой 12 кг, поднятое над Землей на расстояние, равное трети земного радиуса.
97. Космический корабль на некотором участке вблизи поверхности Земли движется вертикально вверх с ускорением 40 м/с^2 . С какой силой давит космонавт на кресло кабины, если масса космонавта 70 кг? Какова сила тяжести, действующая на него?

- 98.** С какой силой давит человек массой 70 кг на пол лифта, движущегося с ускорением 1 м/с^2 , направленным: 1) вверх; 2) вниз? С каким ускорением должен двигаться лифт, чтобы человек не давил на пол?
- 99.** Парашютист, достигнув в затыжном прыжке скорости 55 м/с, раскрыл парашют, после чего за 2 с его скорость уменьшилась на 5 м/с. Найти вес парашютиста во время торможения, если его масса 80 кг.
- 100.** Чем характеризуется состояние перегрузки? В чем оно проявляется?
- 101.** В какие этапы полета космонавт испытывает перегрузки?
- 102.** Аквалангист полностью погружен в воду. Можно ли утверждать, что аквалангист находится в состоянии невесомости?
- 103.** Испытывает ли бегущий человек состояния невесомости и перегрузки?
- 104.** Действует ли выталкивающая сила на тело, погруженное в жидкость, в состоянии невесомости? Ответ обоснуйте.
- 105.** Может ли мальчик массой 40 кг давить на пол с силой 600 Н? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.
- 106.** Во сколько раз уменьшилась сила притяжения космонавта к Земле, после того как стартовавший с Земли космический корабль перешел на круговую околоземную орбиту на высоте 200 км? Как изменился вес космонавта?
- 107.** Ракета стартует вертикально вверх и движется равноускоренно с ускорением $a=0,5g$. На какой высоте вес космонавта равен нормальному?
- 108.** Космический корабль массой 10^6 кг начинает подниматься вертикально вверх. Сила тяги его двигателей $2,94 \cdot 10^7$ Н. Определить ускорение корабля и вес тела, находящегося в нем, если на Земле на тело действует сила тяжести $5,88 \cdot 10^2$ Н.
- 109.** Какую перегрузку испытывает водитель, если автомобиль с места набирает скорость 180 км/ч за 10 с?

Сила трения

- 110.** Когда возникают силы трения покоя? силы трения скольжения? силы трения качения?
- 111.** Действует ли сила трения покоя на стол, стоящий в комнате? Что нужно сделать, чтобы такая сила появилась?
- 112.** Идущий человек ускоряет ход. Какая сила вызывает изменение скорости человека?
- 113.** Почему на размытой дождем грунтовой дороге нагруженный автомобиль буксует меньше, чем ненагруженный?
- 114.** Чем объяснить, что при буксовании колес тепловоза или автомобиля сила тяги значительно падает?
- 115.** При помощи динамометра ученик перемещал равномерно деревянный брусок массой 200 г по горизонтально расположенной доске. Каков коэффициент трения, если динамометр показывал 0,6 Н?
- 116.** Вес деревянного ящика 400 Н. Чтобы его сдвинуть с места, потребовалось приложить силу 200 Н. Определите коэффициент трения.
- 117.** С каким максимальным ускорением может двигаться автомобиль, если коэффициент трения равен 0,3?
- 118.** Деревянный брусок массой 2 кг тянут равномерно по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины жесткостью 100 Н/м. Коэффициент трения равен 0,3. Найти удлинение пружины.
- 119.** Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска скорость 10 м/с, останавливается через 40 с после окончания спуска. Определите силу трения и коэффициент трения.
- 120.** Какова начальная скорость шайбы, пущенной по поверхности льда, если она остановилась, пройдя 40 м? Коэффициент трения шайбы о лед 0,05.

121. Стальной магнит массой 50 г прилип к вертикально расположенной стальной плите. Для скольжения магнита вниз прикладывают силу 1,5 Н. С какой силой магнит прижимается к плите? Какую силу надо приложить, чтобы равномерно перемещать магнит вертикально вверх, если коэффициент трения равен 0,2?

122. На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н. Какова сила трения между ящиком и полом?

123. На столе лежит стопка из 10 одинаковых книг. Что легче: сдвинуть пять верхних или вытянуть из стопки четвертую сверху книгу? Ответ объяснить.

124. Коэффициент трения скольжения ящика массой 100 кг о пол равен 0,2. Ящик тянут за веревку, которая образует угол 30° с горизонтом. Какую силу надо прикладывать, чтобы ящик двигался равномерно? Какова при этом сила трения скольжения?

125. Тело массой 10 кг тянут по горизонтальной поверхности, прикладывая силу 50 Н, направленную под углом 30° к горизонту. Ускорение тела равно $3,5 \text{ м/с}^2$. Найдите коэффициент трения между телом и поверхностью.

126. На покоящееся тело массой 2 кг действует сила, направленная вверх под углом 30° к горизонту. После начала движения тело за 5 с прошло 25 м. Найти значение действующей силы, если коэффициент трения равен 0,02.

127. Груз массой 45 кг перемещается по горизонтальной плоскости под действием силы 294 Н, направленной вверх под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость 0,1. Определить ускорение.

128. На обледеневшем участке шоссе коэффициент трения между колесами и дорогой в десять раз меньше, чем на не обледеневшем. Во сколько раз нужно уменьшить скорость автомобиля, чтобы тормозной путь на обледеневшем участке шоссе остался прежним?

2.3 Применение законов динамики

Движение тел в горизонтальном и вертикальном направлениях.

129. При каком ускорении разорвется трос при подъеме груза массой 500 кг, если максимальная сила натяжения, которую выдерживает трос не разрываясь, равна 15 кН?

130. Груз массой 100 кг начали поднимать, когда он находился на высоте 2 м от поверхности земли. На какой высоте будет находиться груз через 4 с после начала подъема, если на тело со стороны каната действует постоянная сила 1080 Н?

131. Тело массой 100 кг движется вертикально вниз со скоростью 6 м/с. Время торможения до полной остановки 4 с. Считая движение равноускоренным, определить силу натяжения каната.

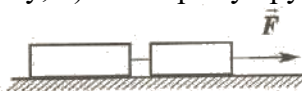
132. Автобус массой 15 т движется так, что его скорость изменяется по закону $V_x = 0,7 t$. Найдите силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.

133. С высоты 25 м предмет падал в течение 2,5 с. Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от силы тяжести?

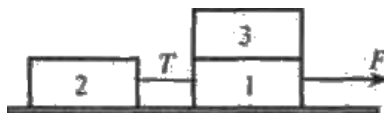
134. По горизонтальной плоскости движется груз массой 10 кг под действием силы 50 Н, направленной под углом 60° к горизонту. Определить, с каким ускорением движется груз. С какой силой он давит на плоскость? Трением между грузом и плоскостью пренебречь.

135. Два бруска массами $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 3 \text{ кг}$ лежат на гладкой горизонтальной поверхности. К бруску массой m_1 приложена горизонтальная сила $F_1 = 8 \text{ Н}$, направленная в сторону другого бруска. Определите силу взаимодействия брусков.

136. На гладком столе лежат два бруска с массами $m_1 = 400$ г и $m_2 = 600$ г. К одному из них приложена горизонтальная сила $F = 2$ Н. Определите силу T натяжения нити, если сила приложена: а) к первому бруску; б) ко второму бруску.



137. Одинаковые бруски, связанные нитью, движутся под действием внешней силы F по гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). Как изменится сила натяжения нити T , если третий брусок переложить с первого на второй?



138. Веревка выдерживает груз массой $m_1 = 110$ кг при ускоренном движении вертикально вверх и груз массой $m_2 = 690$ кг при движении вниз с тем же по модулю ускорением. Какова максимальная масса m груза, который можно поднять на этой веревке, двигая его с постоянной скоростью?

139. Два груза массами $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 2$ кг, лежащие на горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимой и невесомой нитью (см. рисунок). На грузы действуют силы $F_1 = 3$ Н и $F_2 = 12$ Н направленные горизонтально в противоположные стороны. Определить ускорение, с которым будут двигаться эта система грузов. Определить силу натяжения нити. Коэффициент трения между каждым из грузов и поверхностью $\mu = 0,2$.

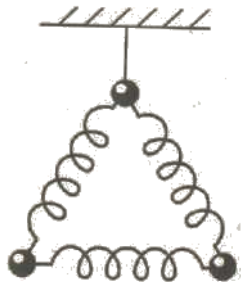


140. К потолку движущегося лифта на нити подвешена гиря массой 1 кг. К этой гире привязана другая нить, на которой подвешена гиря массой 2 кг. Найти силу натяжения T верхней нити, если сила натяжения нити между гирями равна $T_0 = 9,8$ Н.

141. Один конец пружины жесткостью 100 Н/м укреплен на потолке лифта, а к другому концу привязана гирька массой 2 кг. При ускоренном движении лифта величина растяжения пружины (по сравнению с недеформированным состоянием) составляет 0,15 м. Определите величину и направление ускорения лифта.

142. К потолку вагона, движущегося с ускорением 2 м/с², на пружине жесткостью 500 Н/м подвешен груз массой 2 кг. Определите величину деформации пружины.

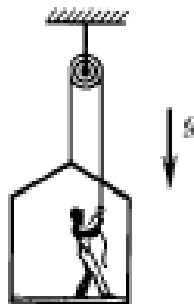
143. Система из трех одинаковых шаров, связанных одинаковыми пружинами, подвешена на нити. Нить пережигают. Найдите ускорения шаров сразу после пережигания нити.



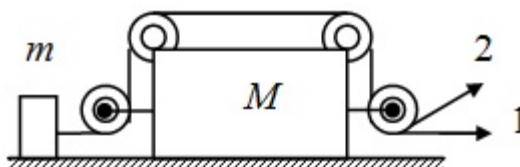
144. На столе лежат четыре связанных между собой одинаковых бруска массой по 2 кг. Нити, связывающие бруски, в начальный момент не натянуты; нити рвутся при натяжении 18 Н. К первому бруску прикладывают горизонтальную постепенно увеличивающуюся

силу, При каком значении силы одна из нитей разорвется? Какая именно нить? Коэффициент трения равен 0,2.

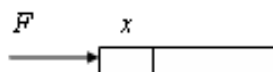
145. Маляр работает в подвесном кресле. Его вес $P_1 = 750$ Н. Ему понадобилось подняться вверх, и он принимается тянуть за веревку с такой силой, что сила его давления на кресло уменьшается до $P = 500$ Н. Само кресло весит $P_2 = 150$ Н. С каким ускорением двигается маляр?



146. В системе, трения нет, а нить и блоки идеальные. В какую сторону поедет груз M , если тянуть за нить в направлениях 1 и 2?

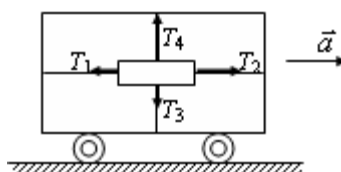


147. Сжатый стержень. Стержень длиной $L=20$ см лежит на горизонтальном гладком столе. На один из концов стержня вдоль его оси начинает действовать сила $F=40$ Н. Какая сила действует в поперечном сечении, находящемся на расстоянии $x=5$ см от этого конца? Ответ дать в ньютонах.



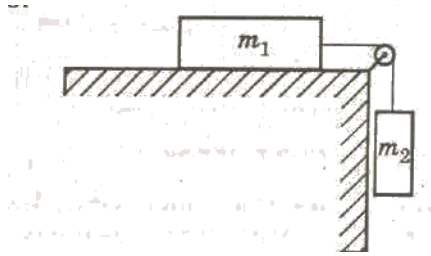
148. Детройт. На последнем автосалоне в Детройте фирма Мерседес представила новый родстер с двигателем объемом 4,7 литра, способный разогнаться от 0 до $V=100$ км/ч за $t=4,8$ секунды. Считая, что весь процесс разгона происходит по горизонтали и равноускоренно, определите, под каким углом к горизонту направлена сила, действующая на водителя со стороны сиденья во время такого разгона. Найти тангенс угла и округлить до десятых.

149. На растяжках. Груз закреплен на тележке на четырех нитях. Силы натяжения горизонтальных нитей равны $T_1=10$ Н и $T_2=20$ Н, а вертикальных $T_3=10$ Н и $T_4=30$ Н. С каким горизонтальным ускорением движется тележка? $g=10$ м/с². Ответ дать в м/с².



Движение системы связанных тел

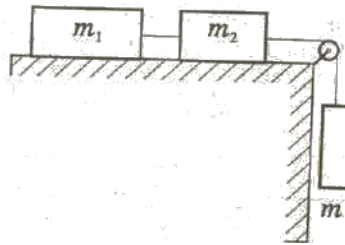
150. Определите ускорение при движении системы тел, изображенных на рисунке, если $m_1 = 180$ г, $m_2 = 120$ г. Коэффициент трения равен 0,3.



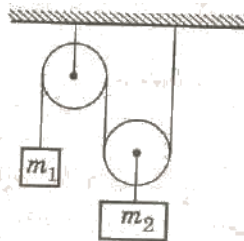
151. Тело массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности под действием груза массой 0,5 кг, прикрепленного к концу шнура, привязанного к телу и перекинутого через неподвижный блок. Система тел движется с ускорением $1,5$ м/с². Определите силу трения между телом и поверхностью.

152. На столе лежит деревянный брусок массой 2 кг, к которому привязана нить, перекинутая через блок. К другому концу нити подвешен груз массой 0,85 кг. Коэффициент трения бруска о стол 0,4. Определите силу упругости нити.

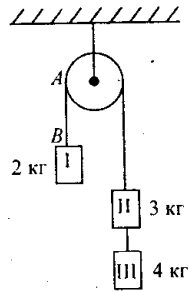
153. Два бруска массами $m_1 = 7$ кг и $m_2 = 6$ кг связали нитью и положили на горизонтальный стол. К бруску массой m_2 привязали вторую нить, на которой подвешен груз массой $m = 3$ кг. Определите натяжение обеих нитей и силы трения между каждым из брусков и столом. Коэффициент трения бруска массой m_1 равен 0,2, бруска массой m_2 - 0,1.



154. Найти силу натяжения T нити в устройстве, изображенном на рисунке, если массы тел $m_1 = 100$ г и $m_2 = 300$ г. Массами блоков и нити можно пренебречь.

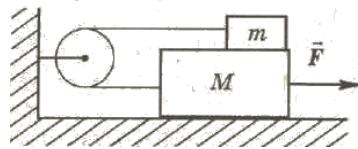


155. Через неподвижный и невесомый блок перекинута нить, к концам которой привязаны два тела массой $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг. Ко второму телу на нити привязано третье тело массой $m_3 = 4$ кг. Нити считать невесомыми и нерастяжимыми. Чему равна сила упругости нити на участке AB ?

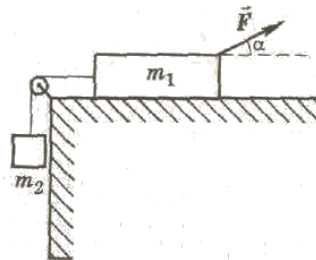


156. На гладкой горизонтальной поверхности лежат три тела массами 1 кг, 2 кг и 3 кг, связанные нитью. К ним через блок привязан четвертый груз массой 4 кг. Система пришла в движение. Найти ускорение системы и силы натяжения нитей. Нити считать нерастяжимыми и невесомыми. Трением пренебречь.

157. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой $M = 2$ кг, на котором находится брусок массой $m = 1$ кг. Оба бруска соединены легкой нитью, перекинутой через блок, масса которого равна нулю. Какую силу F нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он начал двигаться от блока с постоянным ускорением $a = 0,5g$? Коэффициент трения между телами 0,5. Трением между бруском и столом пренебречь.



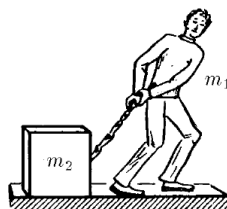
158. Определить ускорение тел в системе, показанной на рисунке. Коэффициент трения между телом m_1 и плоскостью – 0,1. Трением в блоке, массами блока и нити пренебречь. Масса $m_1 = 1,5$ кг $m_2 = 0,5$ кг, сила $F = 10$ Н. Угол α между силой F и горизонтом равен 30° .



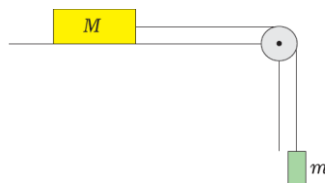
159. Канат лежит так, что часть его свешивается со стола, и начинает скользить, когда длина свешивающейся части составляет 36% всей его длины. Чему равен коэффициент трения каната о стол?

160. Два груза, массы которых различаются в четыре раза, связаны легкой нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный невесомый блок. В начальном состоянии груз меньшей массы касается пола, а груз большей массы удерживают на высоте $h = 45$ см такой, что нить натянута. На какую высоту H поднимется легкий груз, если отпустить тяжелый груз.

161. Мальчик, стоя на льду, пытается сдвинуть ящик за привязанную к нему веревку. Масса ящика 120 кг, масса мальчика 40 кг. Коэффициент трения ящика о лед 0,1, а мальчика 0,2. Под каким минимальным углом к горизонту мальчик должен тянуть веревку, чтобы сдвинуть ящик? Ответ округлить до целого числа градусов.



162. На горизонтальном столе лежит деревянный брусок массой $M = 500$ г, к которому привязана невесомая и нерастяжимая нить, перекинутая через невесомый блок, укрепленный на краю стола (см. рис.). К свободному концу нити подвешивают груз массой $m = 80$ г. С каким ускорением станут двигаться после этого тела, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,2$? Трением в оси блока пренебречь.



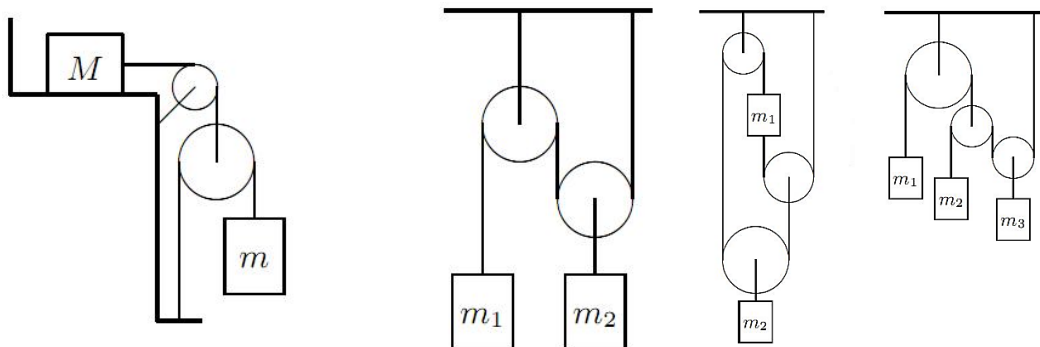
163. Тело массой 10 кг находится на горизонтальной поверхности. На тело действует сила 50 Н, направленная под углом 30° к горизонту. Определите силу трения, если коэффициент трения $0,2$. Принять $g = 10$ м/с².

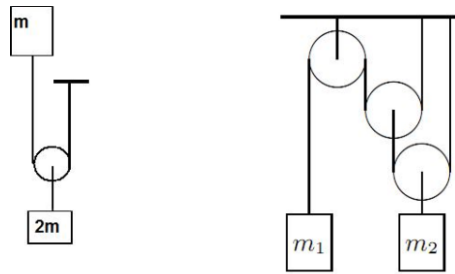
164. «Динамометр». В далеком космосе оказался школьный динамометр, корпус которого имеет массу $M = 20$ г, а пружина имеет массу $m = 10$ г. За крючок, укрепленный на корпусе, тянут с силой $F_1 = 5$ Н, направленной вдоль оси пружины, а за крючок, находящийся на свободном конце пружины, тянут с силой $F_2 = 2$ Н, направленной в сторону, противоположную силе F_1 . Что будет «показывать» динамометр, то есть напротив какого деления на шкале остановится индикаторная стрелка?

165. Два груза массой m и $2m$, соединенные массивной веревкой массой m , движутся вверх. Найти силы натяжения в трех точках: в месте прикрепления веревки к грузу 1, в месте прикрепления веревки к грузу 2, в середине веревки.

166. Два одинаковых груза массой M каждый подвешены на концах невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок с неподвижной осью. На один из них кладут перегрузок массой m , после чего система приходит в движение. Найдите модуль силы F , действующей на ось блока во время движения грузов. Трением пренебречь.

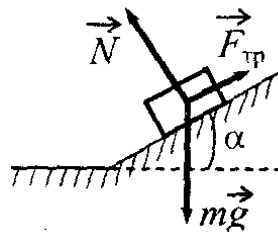
167. Найдите ускорения грузов на рисунках:





Движение тел по наклонной плоскости

168. Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре. На него действуют 3 силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{тр}$. Если брусок покоится, то модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{тр}$ и \vec{N} равен...?



169. Брусок массой 200 г покоится на наклонной плоскости. Коэффициент трения между поверхностью бруска и плоскостью равен 0,6. Определите величину силы трения, если угол наклона плоскости к горизонту равен 30° .



170. Тело соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту 30° , длина наклонной плоскости 2 м. Коэффициент трения тела о плоскость 0,3. Каково ускорение тела? Сколько времени длится соскальзывание?

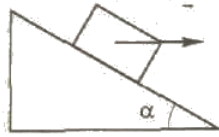
171. С вершины наклонной плоскости, имеющей длину 10 м и высоту 5 м, начинает двигаться без начальной скорости тело. Какое время будет продолжаться движение тела до основания наклонной плоскости и какую скорость оно будет иметь в конце спуска? Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,2.

172. Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол 30° . На плоскость положили тело и толкнули вверх. В течение 2 с тело прошло расстояние 16 м, после чего начало соскальзывать вниз. Сколько времени длится соскальзывание до начального положения тела? Каков коэффициент трения тела о наклонную плоскость?

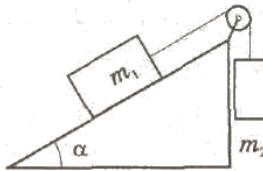
173. За какое время первоначально покоившееся тело соскользнет с наклонной плоскости высотой 3 м, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, если при угле наклона плоскости к горизонту $\beta = 10^\circ$ оно движется равномерно?

174. Определить массу m тела, если известно, что для равномерного подъема его вверх по наклонной плоскости с углом наклона α к нему надо приложить силу F , параллельную этой плоскости, а если тело толкнуть вниз, оно будет двигаться с постоянной скоростью.

175. На гладкой наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом, находится тело массой 50 кг , на которое действует горизонтально направленная сила 294 Н . Найти ускорение тела и силу, с которой тело давит на плоскость.



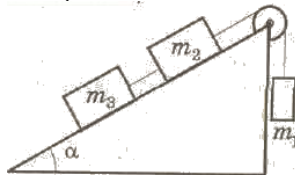
176. Определить путь, пройденный телом m_1 за $0,2 \text{ с}$, если коэффициент трения равен $0,1$. Массы тел равны соответственно $m_1 = 1 \text{ кг}$, $m_2 = 6 \text{ кг}$, а угол $\alpha = 30^\circ$.



177. Через какое время скорость тела, которому сообщили вверх по наклонной плоскости скорость v , снова будет равна v ? Коэффициент трения μ , угол между плоскостью и горизонтом α , $\text{tg}\alpha > \mu$.

178. Брусок толкнули вверх по наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Через 2 с брусок остановился, а еще через 4 с — вернулся в исходную точку. Чему равен коэффициент трения?

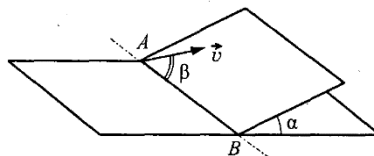
179. Три груза с массами m_1 , m_2 и m_3 связаны нитью перекинутой через блок, установленный на наклонной плоскости. Плоскость образует с горизонтом угол α . Начальные скорости грузов равны нулю. Найти силу натяжения нити, связывающей грузы, находящиеся на наклонной плоскости. Коэффициент трения между грузами и плоскостью равен μ .



180. Наклонная плоскость образует с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Шайбе, находящейся у основания наклонной плоскости, сообщают начальную скорость, в результате чего шайба поднимается по наклонной плоскости, останавливается и спускается вниз. Определите отношение времени спуска к времени подъема, если коэффициент трения шайбы о плоскость равен $0,6$.

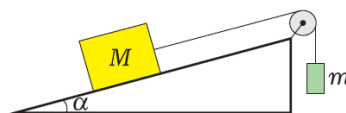
181. Тело скользит по гладкой поверхности наклонной плоскости с ускорением $a_x = 0,6g$. Во сколько раз возрастет ускорение тела при увеличении угла наклона плоскости в 2 раза?

182. Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой AB . Угол между плоскостями $\alpha = 30^\circ$. Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки A с начальной скоростью $u_0 = 2 \text{ м/с}$ под углом $\beta = 60^\circ$ к прямой AB . В ходе движения шайба съезжает на прямую AB в точке B . Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние AB .



183. Два бруска массы 8 кг каждый, связанные нитью, соскальзывают с наклонной плоскости с углом $\alpha=60^\circ$. Коэффициент трения нижнего бруска о плоскость 0,1, верхнего 0,2. Определите силу натяжения нити. $g=10\text{м/с}^2$.

184. На наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, находится груз массой $M = 4$ кг (см. рис.). К грузу привязан лёгкий шнур, перекинутый через невесомый блок, укрепленный на вершине наклонной плоскости. К другому концу шнура подвешена гиря массой $m=1$ кг. Определите ускорение тел после того, как система будет предоставлена самой себе, если коэффициент трения между грузом и наклонной плоскостью $\mu = 0,4$. Трением в оси блока пренебречь.



Движение тел по окружности

185. Человек стоит неподвижно на краю круглой горизонтальной платформы, вращающейся вокруг вертикальной оси. Определите линейную скорость человека при вращении платформы, если радиус ее 4 м, а коэффициент трения равен 0,2.

186. Самолет делает «мертвую петлю» радиусом 100 м и движется по ней со скоростью 280 км/ч. С какой силой летчик массой 80 кг будет давить на сиденье самолета в верхней точке петли?

187. С какой скоростью должен лететь самолет в верхней точке «мертвой петли», чтобы летчик был невесомым, если радиус петли 360 м?

188. Ведерко с водой равномерно вращают в вертикальной плоскости на веревке длиной 0,5 м. С какой наименьшей скоростью нужно его вращать, чтобы при прохождении через верхнюю точку вода не выливалась из ведра?

189. Груз, подвешенный на нити длиной 60 см, двигаясь равномерно, описывает в горизонтальной плоскости окружность. С какой скоростью движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол 30° ?

190. Поезд движется по закруглению радиусом 765 м со скоростью 72 км/ч. Определить, на сколько внешний рельс должен быть выше внутреннего, чтобы сила давления на рельсы была одинаковой. Расстояние между рельсами принять 1,5 м.

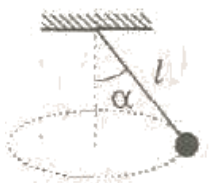
191. Математический маятник массой $m = 100$ г, подвешенный на нити, проходит положение, определяемое углом $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью. В этом положении натяжение нити равно $T = 1$ Н. Чему равен модуль ускорения шарика в этот момент?

192. Найти силу упругости нити в момент, соответствующий рисунку, если масса груза равна $m = 100$ г, скорость 2 м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, длина нити 40 см.



193. Шарик массой m , подвешенный на нити, качается в вертикальной плоскости так что его ускорения в крайнем и нижнем положениях по модулю равны друг другу. Максимальный угол отклонения нити от вертикали равен α . Определите силу натяжения нити в нижнем положении.

194. Шарик на нити длиной l равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости. При этом нить все время образует с вертикалью угол α . Найти период вращения шарика.



195. С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной плоскости мотоциклист, описывая дугу радиусом 90 м, если коэффициент трения резины о почву 0,4? На какой угол от вертикали он при этом отклонится?

196. К диску проигрывателя прикреплен высокий вертикальный стержень, а к его вершине подвешен шарик на нити длиной 48 см. Расстояние стержня от оси вращения диска 10 см. После включения проигрывателя нить отклоняется от вертикали на угол 45. Определите угловую скорость и частоту вращения диска.



197. По выпуклому мосту, радиус кривизны которого 90 м, со скоростью 54 км/ч движется автомобиль массой 2 т. В точке моста, направление на которую из центра кривизны моста составляет с направлением на вершину моста угол α , автомобиль давит с силой 14,4 кН. Определите угол α .

198. Автомобиль сначала движется по горизонтальному участку дороги, а затем по выпуклому мосту. Скорость автомобиля в верхней части моста равна 90 км/ч. Сила давления автомобиля в верхней части моста в 2 раза меньше силы давления, оказываемого автомобилем на горизонтальном участке дороги. Чему равен радиус выпуклого моста?

199. Мальчик массой 40 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой мальчик давит на сиденье при прохождении нижней точки траектории со скоростью 6 м/с?

200. Оцените массу Солнца, считая расстояние до Солнца равным $1,5 \cdot 10^8$ км.

201. Вычислить отношение масс Солнца и Земли по таким данным: Луна совершает 13 обращений в течение года; среднее расстояние от Солнца до Земли в 390 раз больше расстояния от Луны до Земли.

202. При какой продолжительности суток тела на экваторе Земли весили бы в два раза меньше, чем на полюсе?

203. Период обращения Луны вокруг Земли равен 27 суткам. Считая орбиту Луны окружностью, определите радиус орбиты.

204. На экваторе некоторой планеты тела весят втрое меньше, чем на полюсе. Период обращения этой планеты вокруг своей оси равен 55 мин. Определите среднюю плотность планеты. Планету считать однородным шаром.

205. Определить радиус планеты, у которой на экваторе вес тела на 20 % меньше, чем на полюсе. Масса планеты равна $6 \cdot 10^{24}$ кг, продолжительность суток — 24 часа.

206. Определить минимальный период обращения спутника нейтронной звезды, плотность вещества которой 10^{17} кг/м³.

207. Найти радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли, имеющего период обращения 1 сутки.

208. С какой скоростью должен двигаться скатывающийся маленький брусочек, чтобы оторваться от поверхности гладкой сферы? Угол между его скоростью и горизонтом α . Радиус сферы R .

209. Воронка в виде прямого кругового конуса с углом $2\alpha = 120^\circ$ при вершине вращается вокруг своей оси, расположенной вертикально. К краю воронки прикреплен с помощью нити небольшой шарик, находящийся на расстоянии l от вершины конуса. С каким периодом должна вращаться система, чтобы нить не провисала при таком положении шарика?

210. Шар радиуса $R = 12$ см вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. К верхней точке шара прикреплена нить с небольшим грузом. Длина нити равна $\pi R/2$. При каком периоде вращения с поверхностью шара будет соприкасаться третья часть длины нити?

211. Металлический стержень, изогнутый под углом $\alpha = 45^\circ$, как показано на рисунке, вращается с угловой скоростью $\omega = 6$ рад/с вокруг вертикальной оси OO' . К концу стержня прикреплен груз массой $m = 0,1$ кг на расстоянии $l = 0,1$ м от точки O . Определить модуль силы F , с которой стержень действует на груз. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с².

212. Шарик в чаше. Полусферическая чаша радиусом $R = 0,2$ м вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\omega = 10$ с⁻¹. В чаше лежит шарик, вращающийся вместе с ней. В каком месте чаши он находится? Место определить углом от вертикали. Ответ дать в градусах.

213. Вращение шарика. Шарик массой $m = 100$ г, подвешенный на нити длиной L , приведен во вращательное движение в горизонтальной плоскости. Какова должна быть прочность нити F , чтобы радиус R окружности, по которой движется шарик, стал равным $\frac{\sqrt{3}}{2} L$? Ответ дать в Ньютонах. $g = 10$ м/с².

2.4 Статика.

214. К концам рычага длиной 1 м подвешены грузы массами 7 кг и 13 кг. На каком расстоянии от середины рычага надо поместить опору, чтобы рычаг находился в равновесии?

215. К балке массой 200 кг и длиной 5 м подвешен груз массой 350 кг на расстоянии 3 м от одного из концов, которыми балка лежит на опорах. Каковы силы давления на каждую из опор?

216. Стержень длиной 1 м подвешен горизонтально на двух динамометрах. Первый динамометр находится на расстоянии 10 см от левого конца стержня и показывает 20 Н, второй динамометр находится на расстоянии 30 см от правого конца. Какова масса стержня?

217. Колесо радиусом R и массой m стоит перед ступенькой высотой h . Какую горизонтальную силу F надо приложить к оси колеса, чтобы оно въехало на ступеньку?

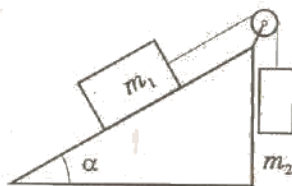
218. Каков должен быть минимальный коэффициент трения μ между кубом и горизонтальной плоскостью, чтобы однородный куб можно было опрокинуть через ребро горизонтальной силой приложенной к верхней грани? Какая минимальная сила F_{\min} для этого потребуется? Масса куба m .

219. Лестница длиной 4 м приставлена к идеально гладкой стене под углом 60° к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом 0,33. На какое расстояние вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь.

220. Лестница опирается на вертикальную стену и горизонтальный пол.

Коэффициент трения между лестницей и стеной 0,5, а между полом и лестницей — 0,4. Определите наименьший угол наклона лестницы, при котором она еще может оставаться в равновесии.

221. При каких значениях массы m_2 висящего груза показанная на рисунке система грузов будет находиться в равновесии, если $m_1 = 1$ кг, $\alpha = 30^\circ$? Коэффициент трения между грузом и наклонной плоскостью равен 0,3.

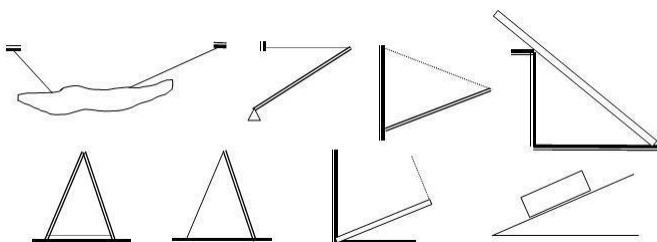


222. Однородный шар массой m и радиусом R подвешен на нити длиной l к гладкой вертикальной стене. Определите силу T натяжения нити и силу F давления шара на стену.

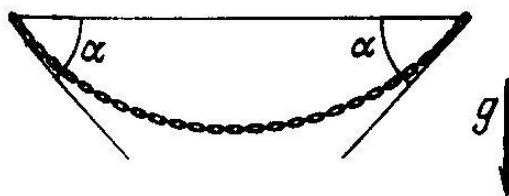
223. К стене прислонена лестница массой m . Центр ее тяжести находится на расстоянии $1/3$ длины от ее верхнего конца. Какую горизонтальную силу F нужно приложить к середине лестницы, чтобы верхний конец ее не оказывал давления на стену? Угол между лестницей и стеной α .

224. К гладкой вертикальной стене приставлена лестница массой 28 кг, образуя с ней угол $\alpha=25^\circ$. Какой должен быть коэффициент трения между полом и лестницей, чтобы по ней мог взобраться человек массой 70 кг?

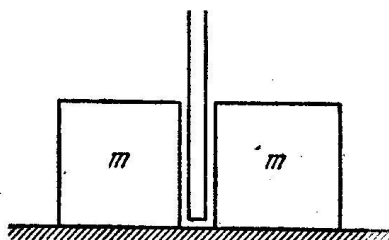
225. Расставить силы, действующие на палки в предложенных системах.



226. Цепочка массы m подвешена за концы так, что вблизи точек подвеса она образует с горизонталью угол $\alpha=30^\circ$. Определите силу натяжения цепочки в ее нижней точке и в точках подвеса.



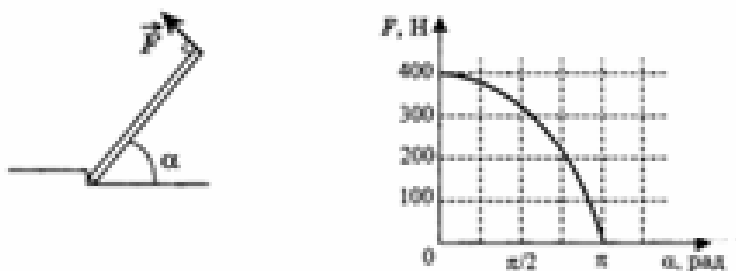
227. Между двумя одинаковыми ящиками, стоящими на полу, вставлена палка, немного не достоящая до пола. К верхнему концу палки приложена горизонтальная сила. Какой из ящиков сдвинется раньше?



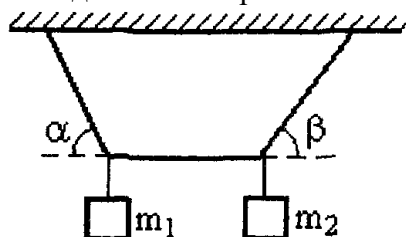
228. Найти силы натяжения нити и минимальные коэффициенты трения в предложенных системах. Массу цилиндра и углы считать известными.



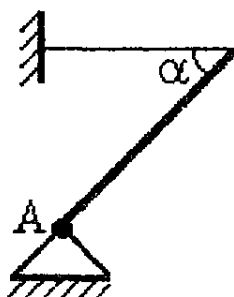
229. **Подъем за край.** Однородную балку поднимают на некоторой планете за один конец, прикладывая силу F перпендикулярно балке. На рисунке показан график изменения модуля силы по мере подъема конца балки. Чему равна масса балки? $g=4 \text{ м/с}^2$. Ответ дать в кг.



230. **Две массы.** Грузы m_1 и m_2 висят как показано на рисунке. Зная углы $\alpha=30^\circ$ и $\beta=60^\circ$ и массу $m_1=2 \text{ кг}$, найти массу m_2 . Ответ дать в килограммах.



231. **Стержень на шарнире.** Тонкий однородный стержень укреплен шарнирно в точке А и удерживается в равновесии горизонтальной нитью. Масса стержня равна $m=4,48 \text{ кг}$, угол $\alpha=45^\circ$. Найти величину силы реакции в шарнире. $g=10 \text{ м/с}^2$. Ответ дать в ньютонах. Округлить до целых.

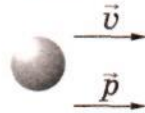


Ответы:

32. $1,5 \text{ м/с}^2$. **33.** 20 Н. **34.** 150 Н. **35.** 250 Н. **36.** 1 м/с^2 . **37.** 4 м/с^2 , $0,8 \text{ м/с}^2$. **38.** 1,5 МН. **39.** 1 кН. **40.** 150 кг. **41.** 1 кН. **42.** 15 Н. **43.** 30 кН. **44.** 625 Н. **46.** 4 м/с. **47.** 2 кг. **48.** 2 м/с. **49.** 750 Н. **50.** $2,5 \text{ м/с}$. **51.** 400 Н. **52.** 100 м. **53.** 6 м/с. **64.** 4 мм. **65.** 1 см. **66.** 6 Н/м. **68.** 17 мм, 4 м/с. **70.** 2к. **71.** 160 Н/м. **72.** 75 Н/м, 400 Н/м. **74.** 13 см. **76.** 20 м/с^2 . **84.** 347 Н. **85.** 8,2 мм, $4,3 \cdot 10^7$ Н. **86.** **87.** 0,04 мкН. **88.** 1 г. **89.** 100 м. **90.** 57600 км. **91.** $1,68 \text{ м/с}^2$. **92.** $2,45 \text{ м/с}^2$. **93.** 13,84 км. **94.** 328 км. **95.** 345600 км. **96.** $6 \cdot 10^{24}$ кг, 5600 кг/м^3 . **100.** $2,6 \cdot 10^6$ м. **101.** 65,95 Н. **102.** 3500 Н, 700 Н. **103.** 770 Н, 630 Н, $9,8 \text{ м/с}^2$. **104.** 1 кН. **111.** в 1,06 раза, $0,04 F_0$. **112.** $2,62 \cdot 10^6$ м. **113.** 20 м/с^2 . **114.** 1,11. **120.** 0,3. **121.** 0,5. **122.** 3 м/с^2 . **123.** 6 см. **124.** 15 Н, 0,025. **125.** 6,3 м/с. **126.** 10 Н. 2,5 Н. **127.** 16 Н. **129.** 207,25 Н, 179,27 Н. **130.** 0,11. **131.** 5,02 Н. **132.** 5 м/с^2 . **134.** 20 м/с^2 . **135.** 8 м. **136.** 850 Н. **137.** 15 кН. **138.** 0,2. **139.** $2,5 \text{ м/с}^2$, 5,5 Н. **140.** 6 Н. **141.** 1,2 Н, 0,8 Н. **142.** увеличится в 2 раза. **143.** 190 кг. **144.** 1 м/с^2 , 6 Н. **145.** 14,7 Н. **146.** $2,5 \text{ м/с}^2$. **147.** 0,041 м. **149.** 24 Н. **150.** $6,6 \text{ м/с}^2$. **152.** 30 Н. **153.** 1,7. **154.** 5 м/с^2 . **155.** $2,2 \text{ м/с}^2$. **156.** 1,15 Н. **157.** 8,17 Н. **158.** 28 Н, 18 Н, 14 Н, 6 Н. **159.** 1.26 Н. **160.** 31 Н. **161.** 4 м/с^2 , 24 Н, 20 Н, 12 Н. **162.** 25 Н. **163.** $1,4 \text{ м/с}^2$. **164.** 0,56. **165.** 72 см. **166.** 51^0 . **168.** 15 Н. **169.** 2,5 Н. **174.** 1 Н. **175.** $2,4 \text{ м/с}^2$, 1,29 с. **176.** $3,27 \text{ м/с}^2$, 2,47 с, 8,07 м/с. **177.** 0,347, 2 м/с^2 , 4 с. **178.** 1,87 с. **180.** $10,08 \text{ м/с}^2$, 290 Н. **181.** 15,5 см, $7,7 \text{ м/с}^2$. **183.** 0,346. **185.** 2. **186.** 1,6. **187.** 0,7 м. **188.** 2 Н. **190.** 2,8 м/с. **191.** 4 кН. **192.** 60 м/с. **193.** 2,23 м/с. **194.** 1,31 м/с. **195.** 8 см. **196.** 10 м/с^2 . **197.** 1,5 Н. **198.** $T_2 = mg(1 + \sin \alpha)$. **200.** 19 м/с, 22^0 . **201.** 45 об/мин. **202.** 8^0 . **203.** 125 м. **204.** 760 Н. **205.** $2 \cdot 10^{30}$ кг. **206.** 351000 км. **207.** 2 часа. **208.** 380000 км. **209.** 19453 кг/м^3 . **210.** 25000 км. **211.** $1,9 \cdot 10^{-3}$ с. **212.** 42300 км. **216.** 1,01 Н. **217.** 60^0 . **218.** 2 Н. **219.** 15 см. **220.** 2,35 кН, 3 кН. **221.** 6 кг. **224.** 2,3 м. **225.** 45^0 . **226.** 0,76 кг, 0,24 м. **234.** 200 кг. **235.** 6 кг. **236.** 50 Н.

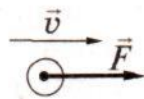
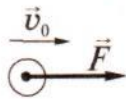
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

1 Импульс материальной точки

$$\boxed{\vec{p} = m\vec{v}} \quad \vec{p} \uparrow \vec{v} \quad \text{СИ: } [p] = [1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}]$$


По второму закону Ньютона

$$\begin{cases} \vec{F} = m\vec{a} \\ \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \end{cases} \rightarrow \vec{F} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \rightarrow m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{F}\Delta t \rightarrow \boxed{\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t}$$



через Δt

Δp – изменение импульса материальной точки
 $F\Delta t$ – импульс силы

2 Закон сохранения импульса

до взаимодействия



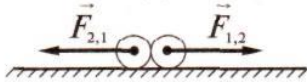
$$\vec{F}_{2,1}\Delta t = m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 \quad \vec{F}_{1,2}\Delta t = m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2$$

По третьему закону Ньютона

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

$$m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 = -m_2\vec{u}_2 + m_2\vec{v}_2$$

взаимодействие



после взаимодействия



$$\boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2}$$

закон сохранения импульса

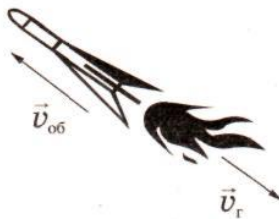
$$\boxed{\Sigma m\vec{v}_{\text{до}} = \Sigma m\vec{u}_{\text{после}}}$$



Векторная сумма импульсов тел в замкнутой системе тел остается величиной постоянной.

Замкнутая система тел (ЗСТ) – тела взаимодействуют только друг с другом.

3 Реактивное движение



$$m_p = m_{об} + m_r$$

в момент старта: $p = 0$

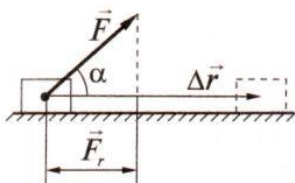
$$0 = m_{об}\vec{v}_{об} + m_r\vec{v}_r$$

$$\vec{v}_{об} = -\frac{m_r}{m_{об}}\vec{v}_r \quad (\text{ракеты, реактивные самолеты})$$

К. Э. Циолковский → С. П. Королев (ИСЗ – 1957 г.) → Ю. Гагарин (12 апреля 1961 г.)

МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА. МОЩНОСТЬ

- ① **Механическая работа (A)** – процесс перемещения тела под действием приложенной к нему силы.



$$A = F_r |\Delta \vec{r}|$$

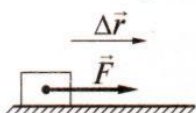
$$F_r = F \cos \alpha$$

$$A = F |\Delta \vec{r}| \cos \alpha$$

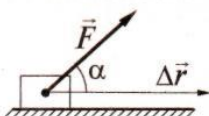
Работа силы равна произведению модулей силы, перемещения и косинуса угла между ними.

СИ: $[A] = [1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}]$ 1 кДж = 1000 Дж

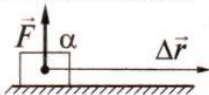
1 Дж – работа, совершаемая силой 1 Н на перемещении 1 м, если направление силы и перемещения совпадают.



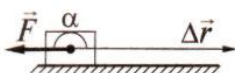
$$\alpha = 0^\circ \rightarrow \cos \alpha = 1 \rightarrow A = F \Delta r$$



$$0^\circ < \alpha < 90^\circ \rightarrow \cos \alpha > 0 \rightarrow A > 0$$

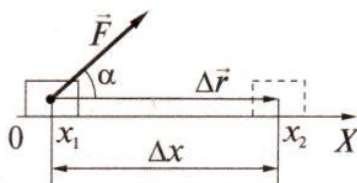


$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \cos \alpha = 0 \rightarrow A = 0$$



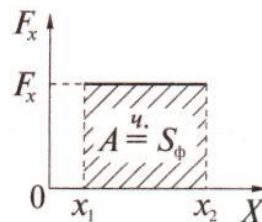
$$90^\circ < \alpha < 180^\circ \rightarrow \cos \alpha < 0 \rightarrow A < 0$$

- ② **Графическое представление работы**



$$F \cos \alpha = F_x, |\Delta \vec{r}| = \Delta x$$

$$A = F |\Delta \vec{r}| \cos \alpha = F_x \Delta x$$



- ③ **Мощность (N)** – работа, совершенная в единицу времени.

$$N = \frac{A}{\Delta t}$$

$$N = F \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \cos \alpha = F v \cos \alpha$$

СИ: $[N] = [1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}]$

1 Вт (ватт) – мощность, при которой за 1 с совершается работа 1 Дж.

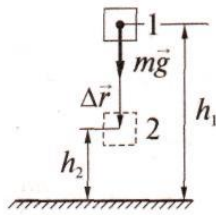
1 гВт (гектоватт) = 100 Вт

1 кВт (киловатт) = 1000 Вт

1 МВт (мегаватт) = 1 000 000 Вт

РАБОТА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ И СИЛЫ УПРУГОСТИ

1 Работа силы тяжести

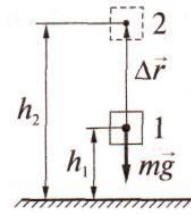


$$mg \uparrow \Delta r \rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$A = mg |\Delta r| \cos 0^\circ = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2$$

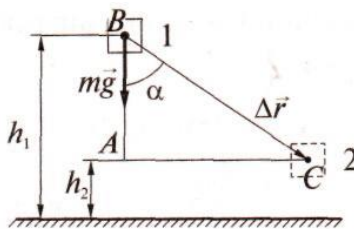
$$A = F |\Delta r| \cos \alpha$$

$$\vec{F} = m\vec{g}$$



$$mg \uparrow \Delta r \rightarrow \alpha = 180^\circ$$

$$A = mg |\Delta r| \cos 180^\circ = mg(h_1 - h_2)(-1) = mgh_1 - mgh_2$$



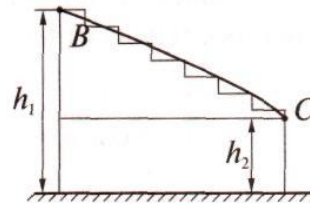
$$A = mg BC \cos \alpha$$

из $\triangle ABC$:

$$BC \cos \alpha = AB = h_1 - h_2$$

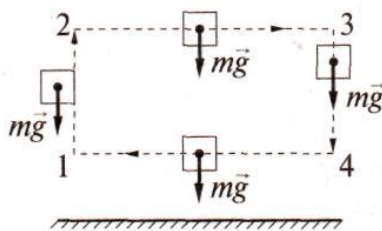
$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2$$

$$A = mgh_1 - mgh_2$$



Работа силы тяжести:

- не зависит от формы траектории, по которой движется тело
- определяется начальным и конечным положениями тела



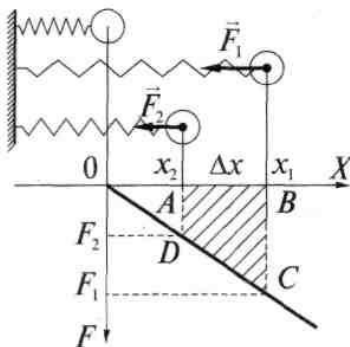
$$A_{34} = -A_{12} \rightarrow A_{1234} = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = 0$$

$$A_{23} = A_{41} = 0$$

При движении тела по замкнутой траектории работа силы тяжести равна нулю

Сила тяжести – консервативная сила

2 Работа силы упругости



По закону Р. Гука: $F_1 = kx_1$ и $F_2 = kx_2$

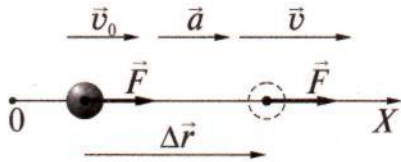
$$A = \int_{x_2}^{x_1} (F_1 + F_2) dx = \frac{F_1 + F_2}{2} (x_1 - x_2) = \frac{kx_1 + kx_2}{2} (x_1 - x_2) = \frac{k}{2} (x_1 + x_2)(x_1 - x_2)$$

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$

Сила упругости – консервативная сила

ЭНЕРГИЯ

① Кинетическая энергия (E_k) – энергия движения.



$$A = F|\Delta\vec{r}| = F\Delta x \quad F = ma \quad \Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

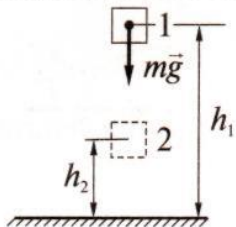
$$A = ma \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2) = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$A = E_{k2} - E_{k1} = \Delta E_k$$

② Потенциальная энергия (E_n) – энергия взаимодействия.

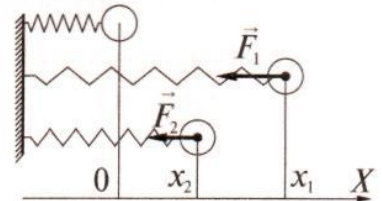
E_n тела, поднятого над Землей



$$A = mgh_1 - mgh_2$$

$$E_n = mgh$$

E_n упругодеформир. тела



$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$

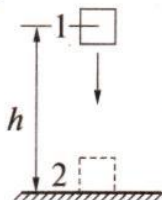
$$E_n = \frac{kx^2}{2}$$

$$A = E_{n1} - E_{n2} = (-E_{n2} - E_{n1}) = -\Delta E_n$$

$$A = -\Delta E_n$$

E_n имеет относительный характер!
 $E_n = 0$ выбирается произвольно!

③ Закон сохранения механической энергии



$$\left. \begin{aligned} A &= \Delta E_k \\ A &= -\Delta E_n \end{aligned} \right\}$$

$$\rightarrow \Delta E_k = -\Delta E_n \rightarrow \Delta E_k + \Delta E_n = 0 \rightarrow \Delta(E_k + E_n) = 0 \rightarrow E = E_k + E_n = \text{const}$$

полная
механическая энергия



В замкнутой системе, в которой действуют только консервативные силы, механическая энергия сохраняется.

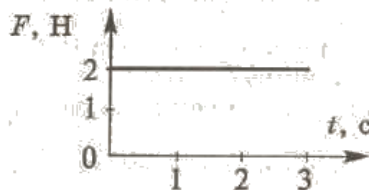
В незамкнутой системе ($F_{\text{тр}} \neq 0$)

$$A_{\text{внешн. сил}} = \Delta(E_k + E_n)$$

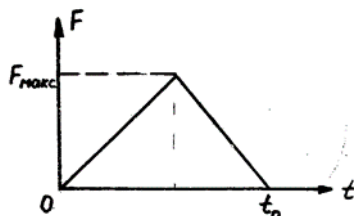
3. Законы сохранения в механике.

3.1. Импульс тела.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля равнодействующей всех сил, действующих на тело, от времени. Чему равно изменение импульса тела через три секунды от начала движения?



2. Какую скорость может сообщить футболист мячу при ударе, если максимальная сила, с которой он может действовать на мяч, равна $F_{\text{макс}} = 3,5 \text{ кН}$, а время удара $t_0 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ с}$? Положим, что сила во время удара нарастает и спадает по линейному закону. Масса мяча $m = 1 \text{ кг}$. Ответ дать в м/с.



3. Тело массой $0,2 \text{ кг}$ падает с высоты 1 м с ускорением 8 м/с^2 . Найти изменение импульса тела.

4. Движение материальной точки, масса которой 3 кг , описывается уравнением: $x = 25 - 10t + 2t^2$. Найдите изменение импульса тела за первые 8 с ее движения. Найдите импульс силы, вызвавшей это изменение за это же время.

5. Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с . Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период.

6. Радиоуправляемый электрокар массой 50 кг движется по полигону так, что его координаты изменяются по закону: $x = 2(t + t^2) \text{ (см)}$; $y = 26 + 16t - 5t^2 \text{ (см)}$. Чему равен импульс электрокара к концу 4-й секунды?

7. Стальной шарик массой $0,05 \text{ кг}$ падает с высоты 5 м на стальную плиту. После столкновения шарик отскакивает от плиты с такой же по модулю скоростью. Найдите силу, действующую на плиту при ударе, считая ее постоянной. Время соударения равно $0,01 \text{ с}$.

8. Водитель выключил двигатель автомобиля при скорости 72 км/ч . Через $3,4 \text{ с}$ автомобиль остановился. Сила трения колес по асфальту равна 5880 Н . Чему был равен импульс автомобиля в момент выключения двигателя? Какова масса автомобиля?

9. Молекула массой $5 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$, летящая со скоростью 500 м/с , упруго ударяется о стенку под углом 30° к перпендикуляру. Найти импульс силы, полученный стенкой при ударе.

10. Падающий вертикально шарик массой 200 г ударился об пол со скоростью 5 м/с и подпрыгнул на высоту 46 см . Найдите изменение импульса шарика при ударе.

11. Координата тела изменяется по закону $x = -6 + 3t - 0,25t^2$, а импульс - по закону $p_x = 12 - 2t$. Найдите массу тела и действующую на него силу.

12. Какова средняя сила давления на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули 10 г, а скорость пули при вылете из ствола 300 м/с? Число выстрелов в единицу времени 300 1/мин.
13. Мяч массой 150 г ударяется о гладкую стенку под углом 30° к ней и отскакивает без потери скорости. Найти среднюю силу, действующую на мяч со стороны стенки, если скорость мяча 10 м/с, а продолжительность удара 0,1 с.
14. Шарик массой 100 г, движущийся со скоростью 1 м/с, упруго ударяется о плоскость. Определить изменение импульса шарика, если направление скорости составляет с плоскостью угол α , равный: а) 90° ; б) 30° .
15. Самолет массой 10^4 кг, двигаясь равномерно по окружности радиусом 1 км со скоростью 360 км/час, пролетает $1/6$ ее длины. Найдите изменение импульса самолета.
16. На две частицы - одну массой m , летящую со скоростью V , другую массой $2m$, летящую со скоростью $2V$ перпендикулярно к первой в течении некоторого времени действуют одинаковые по модулю и направлению силы. К моменту прекращения действия сил первая частица начинает двигаться в обратном направлении со скоростью $2V$. С какой скоростью будет двигаться при этом вторая частица? $5/2 v$
17. Автомобиль массой $m = 2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью $v = 90$ км/ч. В момент времени $t=0$ на него начинает действовать тормозящая сила F , которая нарастает по линейному закону. Через какое время автомобиль остановится?

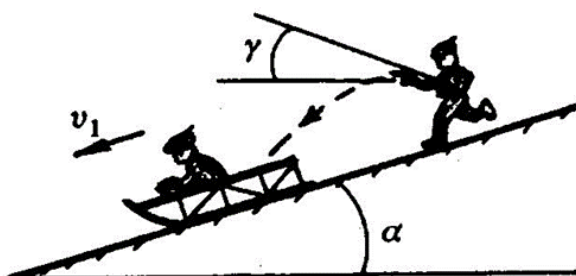
3.2. Закон сохранения импульса.

18. Граната, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью 10 м/с, разорвалась на 2 осколка массами 1 кг и 1,5 кг. Скорость большего осколка осталась после взрыва горизонтальной и возросла до 25 м/с. Определите величину и направление скорости меньшего осколка.
19. Ядро, летевшее горизонтально со скоростью 20 м/с, разорвалось на два осколка массами 5 кг и 10 кг. Скорость меньшего осколка 90 м/с и направлена так же, как и скорость ядра до разрыва. Найдите скорость и направление движения большего осколка.
20. Зенитный снаряд взорвался в верхней точке траектории. При этом образовалось три осколка. Два осколка разлетелись под прямым углом друг к другу. Причем скорость первого осколка массой 9 кг равна 60 м/с, а скорость второго осколка массой 18 кг равна 40 м/с. Третий осколок отлетел со скоростью 200 м/с. Определите графически направление полета третьего осколка. Какова его масса?
21. Тележка массой 150 кг движется по рельсам со скоростью 3,6 км/ч. По дороге бежит человек массой 75 кг. Приблизившись к тележке, он вскакивает на нее и прекращает бег. После этого тележка остановилась. С какой скоростью бежал человек?
22. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после трех быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса лодки вместе с охотником 100 кг, масса заряда 20 г, средняя скорость дроби и пороховых газов 500 м/с.
23. Ледокол массой 5000 т, идущий с выключенным двигателем со скоростью 10 м/с, наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшилась при этом до 2 м/с. Определите массу льдины.
24. Тележка, масса которой 120 кг, движется по рельсам без трения со скоростью 6 м/с. С тележки соскакивает человек массой 80 кг под углом 30° к направлению ее движения. Скорость тележки уменьшается при этом до 5 м/с. Какой была скорость человека во время прыжка относительно земли?
25. От двухступенчатой ракеты массой 1000 кг в момент достижения скорости 171 м/с отделилась ее вторая ступень массой 400 кг, скорость которой при этом увеличилась до

- 185 м/с. Найти, с какой скоростью стала двигаться первая ступень ракеты. Скорости указаны относительно Земли.
26. Человек массой 60 кг переходит с носа на корму лодки. На какое расстояние переместится лодка длиной 3 м, если ее масса 120 кг?
27. Человек массой 80 кг переходит с носа на корму в лодке длиной 5 м. Какова масса лодки, если она за время этого перехода переместилась в стоячей воде в обратном направлении на 2 м?
28. Лодка неподвижно стоит в озере. На корме и на носу лодки на расстоянии 5 м друг от друга сидят рыболовы. Масса лодки 150 кг, массы рыболовов 90 кг и 60 кг. Рыболовы меняются местами. На сколько переместится при этом лодка? Сопротивлением воды пренебречь.
29. Снаряд в верхней точке траектории на высоте 100 м разорвался на два осколка: 1 кг и 1,5 кг. Скорость снаряда в этой точке $v_0 = 100$ м/с. Скорость большего осколка v_2 оказалась горизонтальной, совпадающей по направлению с v_0 и равной 250 м/с. Определить расстояние между точками падения обоих осколков. Сопротивление воздуха не учитывать.
30. С лодки выбирают канат, поданный на баркас. Расстояние между ними 55 м. Определить пути, пройденные лодкой и баркасом до их встречи. Масса лодки 300 кг, масса баркаса 1200 кг. Сопротивлением воды пренебречь.
31. Два рыбака ловят рыбу в озере, сидя в неподвижной лодке. На сколько сместится лодка, если рыбаки поменяются местами? Масса лодки 280 кг, масса одного рыбака 70 кг, масса второго — 140 кг, расстояние между рыбаками 5 м. Сопротивлением воды пренебречь.
32. Два мальчика массами 40 кг и 50 кг неподвижно стоят на горизонтальной поверхности на роликовых коньках и держатся за концы невесомой веревки. Затем первый из них начинает выбирать веревку со скоростью 0,09 м/с. С какой скоростью будет двигаться относительно земли второй мальчик? (0,04 м/с)
33. Ядро, летевшее с некоторой скоростью, разрывается на две части. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению со скоростью 10 м/с, а второй — под углом 30° со скоростью 50 м/с. Найдите отношение массы первого осколка к массе второго осколка. (2,5)
34. На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же шар. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что скорость одного равна 0,3 м/с, а другого 0,4 м/с. Определите скорость налетающего шара. (0,5 м/с)
35. Снаряд вылетает из орудия со скоростью v_0 под углом α к горизонту. В верхней точке траектории снаряд разрывается на два равных осколка, причем скорости осколков непосредственно после взрыва горизонтальны и лежат в плоскости траектории. Первый осколок упал на расстоянии S от орудия в направлении выстрела. Найти место падения второго осколка, если известно, что он упал дальше первого.
36. Снаряд летит по параболе и разрывается в верхней точке траектории на два равных осколка. Первый осколок упал вертикально вниз, второй на расстоянии S по горизонтали от места разрыва. Найти скорость снаряда перед разрывом, если известно, что взрыв произошел на высоте h и время падения первого осколка равно t_0 .
37. Петька с Василием Ивановичем полетели на Луну в ракете массой 3000 кг со скоростью 200 м/с. Спихватившись, что забыл на Земле Анку, Петька сел в отделяющийся отсек массой 1000 кг и полетел прочь. При этом скорость основной части ракеты возросла на 20 м/с. Определить с какой скоростью полетела отделившаяся часть ракеты относительно Земли.
38. Аэросани имеющие массу $3m$ тянут сани массой m с постоянной скоростью V . Сани отцепились, а машинист не заметил потери и продолжил путь, развивая прежнюю тягу. Какую скорость приобретут аэросани к моменту остановки саней? Считать, что сила трения пропорциональна массе.

39. Двигатель реактивного самолёта, летящего с постоянной скоростью $V = 720$ км/ч, в единицу времени засасывает воздух массой $m_1 = 100$ кг/с, расходует топливо массой $m_2 = 4$ кг/с и выбрасывает продукты сгорания массой $m_1 + m_2 = 104$ кг/с со скоростью $u = 500$ м/с относительно самолёта. Определите силу тяги двигателя.

40. Мальчик массой m съезжает на санках массой M с постоянной скоростью v_1 с горы, имеющей уклон α ($\cos \alpha = 8/9$). Другой мальчик такой же массы m бежит за санками и запрыгивает в них, имея в начале прыжка скорость, направленную под углом β ($\cos \beta = 7/9$) к горизонту. В результате этого санки с мальчиками движутся по горе со скоростью v_2 . Найти скорость прыгнувшего мальчика в начале прыжка.



3.3. Механическая работа.

41. Равнодействующая сил, действующих на тело, равна 20 Н и направлена горизонтально. Тело движется так, что его координата изменяется по закону $x = 10 + 2t + t^2$. Какую работу совершает сила за 5 с?

42. Определить удлинение резинового шнура при деформации, если его жесткость равна 1000 Н/м, а работа силы упругости 1,8 Дж.

43. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 30 кг на высоту 10 м с ускорением $0,5$ м/с²?

44. При подвешивании груза массой 15 кг пружина динамометра растянулась до максимального деления шкалы. Жесткость пружины 10 кН/м. Какая работа была совершена при растяжении пружины?

45. Груз массой 50 кг свободно падает из состояния покоя в течение 10 с. Какую работу совершает при этом сила тяжести?

46. При вертикальном подъеме без начальной скорости тела массой 2 кг на высоту 10 м совершена работа 240 Дж. С каким ускорением поднимали груз?

47. Автомобиль массой 2 т трогается с места с ускорением 2 м/с² и разгоняется в течение 5 с на горизонтальном пути. Какая работа совершается за это время, если коэффициент сопротивления движению 0,01?

48. Конькобежец проезжает до остановки по гладкой поверхности льда по инерции 80 м. Определите работу силы трения, если масса конькобежца 60 кг, а коэффициент трения 0,015.

49. Какую работу совершит сила $F = 30$ Н, подняв по наклонной плоскости груз массой 2 кг на высоту 2,5 м с ускорением 10 м/с²? Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.

50. Сравнить работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 Н до 10 Н, от 10 Н до 20 Н, от 20 Н до 30 Н.

51. Сравнить работы силы тяжести при свободном падении тела за первую и вторую половины времени падения.

52. Лыдина площадью поперечного сечения 1 м² и толщиной 0,4 м плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить лыдину в воду?

53. Какая работа A совершается при подъеме на крышу веревки длиной 50 м и массой 6 кг? Первоначально веревка свешивалась вертикально с края крыши.

54. Поперек дороги лежала гигантская змея длиной L и массой M . Чтобы освободить дорогу, змею пришлось перетащить на траву, двигая вдоль ее туловища. Какую работу при этом совершили? Коэффициент трения змеи о дорогу μ_1 , о траву – μ_2 .



55. Какую работу надо совершить, чтобы вытащить из бутылки наполовину раскрошенную пробку, если для извлечения целой пробки надо было совершить работу A ?

56. Канат длиной 5 м и массой 8 кг лежит на земле. Один его конец подняли на высоту равную двум длинам каната, какую работу при этом совершили?

57. На дне стакана с жидкостью плотность которой равномерно убывает с высотой от 4ρ до ρ лежит тонкая спица, имеющая плотность 6ρ . Высота жидкости H . Какую работу надо совершить, чтобы поднять центр тяжести спицы на высоту H над поверхностью жидкости? Объем спицы V .

3.4 Мощность. Коэффициент полезного действия.

58. Подъемный кран с двигателем мощностью 5 кВт равномерно поднимает груз со скоростью 0,1 м/с. Какова масса груза?

59. Трактор на пахоте преодолевает силу сопротивления 10 кН, развивая полезную мощность 36 кВт. С какой скоростью движется трактор?

60. Двигатель насоса, развивая некоторую мощность, поднимает 200 м^3 воды на высоту 10 м за 5 мин. КПД двигателя 40 %. Найдите мощность двигателя.

61. Мощность трактора равна 30 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 2200 кг на подъем 0,2 при коэффициенте трения 0,4?

62. Подъемный кран поднимает груз 5 т на высоту 15 м с постоянной скоростью. За какое время поднимается этот груз, если мощность двигателя 10 кВт, а КПД крана 0,8?

63. Самолет массой 5 т для взлета должен иметь скорость 540 км/ч и длину разбега 600 м. Какой должна быть мощность двигателя самолета? Считать, что во время разгона самолет двигался равноускоренно, а коэффициент сопротивления был равен 0,2.

64. Какое сопротивление преодолевает трактор при разравнивании грунта, если он движется со скоростью 3,6 км/ч и развивает мощность 100 кВт? КПД двигателя трактора при этом равен 60 %.

65. Автомобиль массой 2000 кг трогается с места и идет в гору, уклон которой 0,02. Пройдя расстояние 100 м, он развивает скорость 32,4 км/ч. Коэффициент сопротивления 0,05. Определить среднюю мощность, развиваемую двигателем автомобиля.

66. Автомобиль поднимается по склону со скоростью 60 км/ч. Спускаясь по тому же склону с выключенным мотором, он движется равномерно с той же скоростью. Какую мощность развивает двигатель на подъеме? Уклон равен 0,05. Масса автомобиля 2 т.

67. Автомобиль движется на подъеме с уклоном 10° равномерно со скоростью 4 м/с. Определите коэффициент трения, если масса груженого автомобиля 5 т, а мощность двигателя 51,5 кВт.

68. Велосипедист начал движение по горизонтальной дороге. Двигаясь равноускоренно, он развил скорость 36 км/ч, пройдя путь 75 м. Определите среднюю мощность, развиваемую велосипедистом, если его масса вместе с велосипедом 75 кг, а коэффициент трения равен 0,03.

69. Какой максимальный подъем может преодолеть тепловоз, который развивает

мощность 370 кВт, перемещая состав массой 2000 т со скоростью 7,2 км/ч? Считать угол наклона полотна железной дороги к горизонту малым, а коэффициент сопротивления движению 0,002.

70. Подъемный кран приводится в действие двигателем мощностью 15 кВт. Найдите КПД двигателя, если он за 1 мин 40 с поднимает на высоту 30 м груз массой 3 т.

71. Насос, двигатель которого развивает мощность 25 кВт, поднимает некоторый объем нефти на высоту 6 м за 8 мин. Определите объем нефти, если КПД установки 39 %.

72. С помощью подъемного крана груз массой 875 кг можно поднять за 30 с на высоту 12 м. Мощность двигателя подъемного крана 4,4 кВт. Каков КПД двигателя, если подъем совершается равноускоренно.

73. Уклон участка шоссе равен 0,05. Спускаясь под уклон при выключенном двигателе, автомобиль движется равномерно со скоростью 60 км/ч. Какой должна быть мощность двигателя автомобиля, чтобы он мог подниматься на такой же подъем с той же скоростью? Масса автомобиля — 1,5 т.

74. Высота наклонной плоскости равна 1,2 м, а длина 10,8 м. Для равномерного подъема по этой наклонной плоскости груза массой 180 кг потребовалась сила 250 Н. Определите КПД наклонной плоскости.

75. При равномерном перемещении груза массой 15 кг по наклонной плоскости динамометр, привязанный к грузу, показал силу, равную 40 Н. Вычислите КПД наклонной плоскости, если ее длина 1,8 м, а высота 0,3 м.

76. Найти КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при равномерном движении тела по плоскости к вершине равен 0,1.

77. Какую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° втащить груз массой 400 кг на высоту 2 м, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением? Коэффициент трения 0,3. Каков при этом КПД?

78. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы поднять вагонетку массой 200 кг по эстакаде длиной 10 м и высотой 2 м при коэффициенте трения 0,05? Каков коэффициент полезного действия подъемника?

79. Найти КПД наклонной плоскости длиной 2 м и высотой 0,5 м, если коэффициент трения равен 0,2.

80. С помощью одного подвижного и одного неподвижного блоков равномерно подняли груз массой 8 кг на высоту 8 м. Какая сила была приложена к другому концу веревки и какую работу выполнили при подъеме груза, если КПД установки 80 %?

81. Какая работа была совершена при подъеме груза по наклонной плоскости, если масса груза 100 кг, длина наклонной плоскости 2 м, угол ее наклона 30° , коэффициент трения 0,1? Ускорение при подъеме 1 м/с^2 . Определите КПД наклонной плоскости.

82. Вычислите КПД рычага, с помощью которого груз массой 245 кг равномерно подняли на высоту 6 см, при этом к длинному плечу рычага была приложена сила 500 Н, а точка приложения этой силы опустилась на 0,3 м.

83. С помощью рычага подняли груз весом 120 Н на высоту 0,2 м. Плечи рычага относятся между собой как 1:6. Какую силу необходимо приложить к большему плечу рычага и на сколько опустится конец длинного плеча вниз, если КПД рычага равен 80 %?

84. Бадью с раствором, масса которой 120 кг, поднимают на второй этаж строящегося дома при помощи подвижного блока, действуя на веревку силой 0,72 кН. Определите КПД установки.

85. Ящик с гвоздями, масса которого 54 кг, поднимают на пятый этаж при помощи подвижного блока, действуя на веревку с силой 360 Н. Вычислите КПД установки.

3.5 Энергия. Закон сохранения энергии.

86. Какую работу совершит сила тяжести при свободном падении тела массой 1 кг по истечении 5 с от начала падения?
87. Определить энергию, которую получает пружина при сжатии ее на 5 см, если известно, что для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу 30 кН.
88. Найти потенциальную и кинетическую энергии тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности земли.
89. Каковы значения потенциальной и кинетической энергий стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.
90. Камень массой 5 кг упал с некоторой высоты. Найти кинетическую энергию камня в средней точке его пути, если он падал в течение 2 с.
91. Тело, брошенное вертикально вниз с высоты 75 м со скоростью 10 м/с, в момент удара о землю обладало кинетической энергией 1,6 кДж. Определите скорость тела в момент удара и массу тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.
92. Камень массой 300 г брошен с башни горизонтально с некоторой скоростью. Спустя 1 с скорость камня составила с горизонтом угол 30° . Найти кинетическую энергию камня в этот момент.
93. Начальная скорость пули 600 м/с, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?
94. К телу массой 4 кг приложена направленная вертикально вверх сила 50 Н. Найти кинетическую энергию тела в момент, когда оно окажется на высоте 10 м над землей. В начальный момент тело покоилось на поверхности земли.
95. Определить кинетическую энергию тела массой 1 кг, брошенного горизонтально со скоростью 20 м/с, в конце четвертой секунды его движения.
96. Сила 0,5 Н действует на тело массой 10 кг в течение двух секунд. Найти конечную кинетическую энергию тела, если начальная кинетическая энергия равна нулю.
97. Определить кинетическую энергию тела, брошенного в горизонтальном направлении с высоты 100 м, в момент приземления, если масса тела — 0,5 кг, а начальная скорость — 10 м/с.
98. Кусок льда один раз бросают под углом 45° к горизонту, а второй раз пускают с такой же скоростью скользить по льду. Найти коэффициент трения, если во втором случае кусок льда переместился на расстояние в 10 раз большее, чем в первом случае.
99. Ведро с водой массой 10 кг поднимают на высоту 10 м, прикладывая постоянную силу 200 Н. Какую работу при этом совершают? Чему равно изменение потенциальной энергии? Чему равна кинетическая энергия груза в конце подъема?
100. Тело брошено в горизонтальном направлении с начальной скоростью 15 м/с. Через сколько секунд кинетическая энергия тела увеличится вдвое? Сопротивлением воздуха пренебречь.
101. По склону горы длиной 500 м скатываются санки массой 60 кг с высоты 10 м. Определите среднюю силу сопротивления при скатывании санок, если у основания горы они имели скорость 8 м/с. Начальная скорость санок равна нулю.
102. Маятник массой 5 кг отклонен на угол 60° от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?
103. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с относительно поверхности земли. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед 0,02.

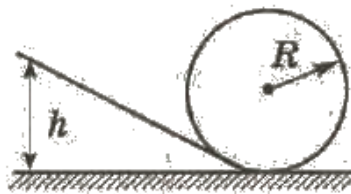
104. Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался? Максимальная сила натяжения, которую выдерживает шнур не обрываясь, равна 550 Н.

105. Шарик подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 2 м. Какую минимальную скорость следует сообщить шару, чтобы он описал окружность в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

106. На вершине гладкой полусферы радиусом 0,5 м находится шайба массой 10 г. Шайба начала скользить вдоль сферы под действием горизонтально направленного кратковременного импульса силы $2 \cdot 10^{-2}$ Нс. На какой высоте от основания полусферы шайба оторвется от ее поверхности?

107. Небольшое тело начинает соскальзывать с вершины сферы радиусом 60 см. На какой высоте h от вершины тело оторвется от поверхности сферы? Трением пренебречь.

108. Велосипедист, не вращая педалей, должен проехать по «чертовому колесу», радиусом 8 м. С какой высоты велосипедист должен начать движение, чтобы не упасть? Трение не учитывать



109. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара 1 м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился после выстрела на угол 10° .

110. Гиря массой 0,5 кг падает с некоторой высоты на плиту массой 1 кг, укрепленную на пружине жесткостью 980 Н/м. Определить значение максимального сжатия пружины, если в момент удара гиря имела скорость 5 м/с. Удар считать неупругим.

111. Пуля массой 10 г, летевшая горизонтально со скоростью 600 м/с, ударила в свободно подвешенный на очень длинной нити деревянный брусок массой 5 кг и застряла в нем, углубившись на 10 см. Найти силу сопротивления движению пули.

112. В шар массой 1,6 кг, подвешенный на нерастяжимой нити длиной 80 см, попадает и застревает в нем пуля массой 10 г, летевшая под углом 60° к горизонту. Шар с пулей отклонился на угол 30° . С какой скоростью летела пуля? Массой нити пренебречь.

113. Из духового ружья стреляют в спичечную коробку, лежащую на расстоянии 30 см от края стола. Пуля массой 1 г, летящая горизонтально со скоростью 150 м/с, пробивает коробку и вылетает из нее со скоростью вдвое меньшей. Масса коробки 50 г. При каком коэффициенте трения между коробкой и столом коробка упадет со стола?

114. Пуля, летящая горизонтально со скоростью 570 м/с, попадает в шар, подвешенный на жестком невесомом стержне, и застревает в нем. При этом стержень с шаром отклонился на угол 10° от вертикали. Во сколько раз масса шара больше массы пули, если расстояние от точки подвеса стержня до центра шара равно 1 м?

115. Винтовка массой 3 кг подвешена горизонтально на двух параллельных нитях. При выстреле в результате отдачи она отклонилась вверх на 19,6 см. Масса пули 10 г. Определить скорость, с которой вылетела пуля.

116. Гюйгенс утверждал, что если шар на невесомой и нерастяжимой нити вращается в

вертикальной плоскости, то нить должна выдерживать силу, равную, по крайней мере, ушестеренной силе тяжести, действующей на шар. Докажите это утверждение.

117. Автомобиль удерживается тормозами на склоне горы с уклоном, не большим 0,25. Какой тормозной путь пройдет автомобиль по горизонтальной дороге при скорости движения 36 км/ч? Каким будет тормозной путь при подъеме в гору с указанным уклоном и такой же скоростью?

Ответы:

1. 6 н·с. **2.** 14 м/с. **3.** 0,8 кг·м/с. **4.** 96 кг·м/с. **6.** 15 кг·м/с. **7.** 100 Н. **8.** 20000 н·с, 1000 кг. **9.** $4,35 \cdot 10^{-23}$ н·с. **10.** 1,6 кг·м/с. **11.** 4 кг, 2 Н. **12.** 15 Н. **13.** 26 Н. **14.** 0,1 кг·м/с. **15.** 10^6 кг·м/с. **16.** $5v/2$. **17.** 100 с. **18.** 12,5 м/с. **19.** 15 м/с. **20.** 4,5 кг. **21.** 2 м/с. **22.** 0,3 м/с. **23.** 20000 т. **24.** 8,67 м/с. **25.** 167,67 м/с. **26.** 1 м. **27.** 120 кг. **28.** 0,5 м. **29.** 1677 м. **30.** 11м, 44 м. **31.** 0,71 м. **32.** 0,04 м/с. **33.** 2,5. **34.** 0,5 м/с. **37.** 160 м/с. **39.** 32 кН. **41.** 700 Дж. **42.** 0,06 м. **43.** 3,15 кДж. **44.** 1,125 Дж. **45.** 250 кДж. **46.** 2 м/с^2 . **47.** 105 кДж. **48.** 720 Дж. **49.** 150 Дж. **50.** 1:3:5. **51.** 1:3. **52.** 8 Дж. **53.** 1,5 кДж. **56.** 600 Дж. **58.** 5 т. **59.** 3,6 м/с. **60.** 167 кВт. **61.** 2,3 м/с. **62.** 60 с. **63.** 7,8 МВт. **64.** 60 кН. **65.** 9,9 кВт. **66.** 33,3 кВт. **67.** 0,089. **68.** 363 Вт. **69.** 9^0 . **70.** 60%. **71.** 100 м³. **72.** 79%. **73.** 25 кВт. **74.** 80%. **75.** 62,5%. **76.** 88%. **77.** 66%. **78.** 5 кДж, 80%. **79.** 56%. **80.** 50 Н, 800 Дж. **81.** 1373 Дж, 73%. **82.** 98%. **83.** 25 Н, 1,2 м. **84.** 83%. **85.** 75%. **86.** 1250 Дж. **87.** 3750 Дж. **88.** 90 Дж, 60 Дж. **89.** 2,5 Дж, 20 Дж. **90.** 500 Дж. **91.** 40 м/с, 2 кг. **92.** 60 Дж, 20 м/с. **93.** 60^0 . **94.** 100 Дж. **95.** 1000 Дж. **96.** 0,05 Дж. **97.** 525 Дж. **98.** 0,05. **99.** 2 кДж, 1 кДж, 1 кДж. **100.** 1,5 с. **101.** 8,16 Н. **102.** 100 Н. **103.** 3 м. **104.** 1,5 м. **105.** 10 м/с. **106.** 0,47 м. **107.** 20 см. **108.** 20 м. **109.** 633 м/с. **110.** 8 см. **111.** 18 кН. **112.** 471,5 м/с. **113.** 0,375. **114.** 903. **115.** 594 м/с. **117.** 20 м, 100 м.

Список литературы

- 1) Варламов С.Д., Зинковский В.И., Семёнов М.В., Старокуров Ю.В., Шведов О.Ю., Якута А.А. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986 – 2005. Приложение: олимпиады 2006 и 2007. (изд. 2-е, испр. и доп.) / Под ред. Семёнова М.В., Якуты А.А. – М.: Изд-во МЦНМО, 2007
- 2) Гельфгат И.М., Генденштейн П.Э., Кирик П.А. 1001 задача по физике с ответами, указаниями и решениями. – М., Илекса, 2018
- 3) Задачи по физике. Задачник под ред. Савченко О.Я. -Новосибирск, НГУ, 2008
- 4) Квант. Научно-популярный физико-математический журнал для школьников и студентов. <http://kvant.mccme.ru/>
- 5) Кирик Л.А. Физика-9. Самостоятельные и контрольные работы. М., Илекса, 2005.
- 6) Кондратьев А.С., Уздин В.М. Физика. Сборник задач. М. Физматлит, 2005.
- 7) Марон А.Е. Физика. Опорные конспекты и разноуровневые задания 9 кл. СПб., Виктория плюс, 2007.
- 8) Марон А.Е., Марон Е.А. Сборник качественных задач по физике 7-9. М., Просвещение, 2006.
- 9) Методическое пособие для поступающих в ВУЗы. Под ред. Чешева Ю.В. - М. Физматкнига, 2016.
- 10) Перышкин А.В., Гутник Е.М.. Физика. 9 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений.– М. 2017
- 11) Потенциал. Физика. Математика. Информатика. Ежемесячный журнал для старшеклассников и учителей. 2005-2017 г.г. <http://potential.org.ru/>
- 12) Сборник задач для подготовки к олимпиадам по физике «Основы механики». Под редакцией М.Ю. Замятина, "СОЧИ ПРЕСС", ОЦ «Сириус» -2017
- 13) Черноуцан А. И. Физика. Задачи с ответами и решениями. М.: Высшая школа, 2009.
- 14) Элементарный учебник физики. Под ред. Академика Г.С.Ландсберга. 1 том. М., ФИЗМАТЛИТ, 2004